کتاب الطبیعیات

جلد اوّل

کتاب الخواص والحرکت

محمد نصیر احمد عثمانی نیوتنوی

کتاب الطبیعیات

جلد اوّل

کتاب الخواص و الحرکت

برائے

انٹرمیڈیٹ

از

مولوی محمد نصیر احمد صاحب عثمانی نیوتنوی ایم۔اے، بی ایس سی (علیگ)

معلم طبیعیات

جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

بار اوّل

مطبوعہ انتظامی پریس و بل گوڑہ حیدرآباد دکن و کانپور

۱۳۴۵ف ۱۹۳۶ء ۱۳۵۴ھ

دیباچہ

اس سلسلہ کی تالیف اس غرض سے کی گئی ہے کہ جامعہ عثمانیہ کی جماعتہائے انٹرمیڈیٹ کے متعلموں کی ایک شدید ضرورت رفع ہو سکے جس کو وہ عرصہ سے محسوس کر رہے تھے۔ ان کتابوں میں جو کچھ بیان کیا گیا ہے اس کی بنیاد اُن درسوں پر ہے جو راقم الحروف نے انٹرمیڈیٹ کی جماعتوں کو دیئے ہیں۔ ان کو کتابی صورت میں لانے کے لئے متعدد انگریزی اور بعض جرمن کتابوں سے استفادہ کیا گیا ہے۔

اس سلسلہ کی تمام کتابوں کی تالیف میں ایک ہی اصول سے کام لیا گیا ہے یعنی انٹرمیڈیٹ کا نصاب طبیعیات، میٹرک اور بی اے کے نصابوں کے درمیان حقیقی طور پر "انٹرمیڈیٹ" ہو۔ ایسے نصاب کے لئے ضروری ہے کہ وہ بجائے خود مکمل ہو۔ لہذا ہر مضمون کا آغاز ابتدائی مظاہر سے کیا گیا ہے اور بتدریج دیگر مسائل اضافہ کئے گئے ہیں۔ اس طرح مسائل و واقعات کے جمع کر دینے سے غرض یہ ہے کہ نظریہ کے سمجھنے میں سہولت ہو۔

اس نقطہ نظر سے دیکھا جائے تو ایسا نصاب بہت وسیع ہو جاتا ہے، چنانچہ اس کے حدود کا تعین آسان نہیں رہتا۔ بایں ہمہ جامعہ عثمانیہ کے نصاب انٹرمیڈیٹ سے مطابقت کی کوشش کی گئی ہے۔ ممکن ہے کہ جو مضامین ان کتابوں میں یکجا کئے گئے ہیں وہ اتنے زیادہ معلوم ہوں کہ مدت معینہ میں ان پر عبور حاصل نہ کیا جا سکے۔ لیکن اگر تامل سے کام لیا جائے تو یہ صورت پیدا نہ ہو گی۔

مضامین کی ترتیب میں اُصول یہ رکھا گیا ہے کہ اولاً مبادیات بیان کئے گئے ہیں اور اُن کے بعد متعلقہ مسائل تفصیل کے ساتھ دیئے گئے ہیں۔ پھر خفی قلم میں وہ جملہ اطلاقات بیان کر دئے گئے ہیں جن کا ان مسائل سے تعلق ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ان کتابوں میں بعض وہ مضامین بھی ملیں گے جو عام طور پر ایسی کتابوں میں نہیں ملتے۔ اس تمام بسط سے غرض یہ ہے کہ متعلمین میں طبیعی تصورات قائم کرنے کی عادت پڑے۔ تاکہ وہ محض

زبانی علم پر اکتفا نہ کر لیں۔ ساتھ ہی اس کے اُن کو یہ بھی معلوم ہو جائے کہ طبیعیات کے اصولوں کا اطلاق روزمرہ کی زندگی میں کیونکر ہوتا ہے۔ اس سے ان کو طبعی کلیات کی ہمہ گیری کا علم ہو سکے گا اور وہ اپنے تجربات اور مشاہدات پر ان کا اطلاق کر سکیں گے اس کے لئے ضروری نہیں کہ جتنے اطلاقات وغیرہ بیان کئے گئے ہیں ان سب کا بیان درسوں میں بھی آجائے۔ وہ خود اپنی جگہ اس قدر دلچسپ ہیں کہ طالب علم بغیر امداد کے بھی اُن کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔ اسی لئے توقع کی جاتی ہے کہ جن لوگوں کو ان کتابوں کا مطالعہ از خود کرنا پڑے وہ بھی کماحقہ استفادہ کر سکیں گے۔ چنانچہ ہر کتاب میں شکلیں بکثرت دی گئی ہیں اور آخر میں اُردو کے حروف تہجی کی ترتیب میں ایک فرہنگ اصطلاحات بھی دی گئی ہے تاکہ انگریزی خواں متعلم بھی مستفید ہو سکیں۔

طبیعیات میں فکر صحیح کے لئے سہولت اس میں ہے کہ اصولوں کا اطلاق عددی سوالات پر بھی کیا جائے۔ چنانچہ حتی الامکان ہر باب کے اخیر میں مشق کے طور پر متعدد سوالات درج کئے گئے ہیں۔ اور اُن میں سے چند کو حل بھی کر دیا گیا ہے تاکہ اصولوں کی توضیح پورے طور پر ہو سکے۔ اس سے اُمید ہے کہ غلط اور بے قاعدہ خیالات پیدا ہونے نہ پائیں گے۔

پچھلے چند برسوں میں طبیعیات میں اس قدر عظیم الشان تبدیلیاں ہوئی ہیں، اور مادے وغیرہ کی نوعیت کے متعلق خیالات میں اس قدر تغیر واقع ہوا ہے کہ طبیعیات کے ہر مبتدی کے لئے لازمی ہو گیا ہے کہ وہ ان کارناموں سے تھوڑی بہت واقفیت ضرور حاصل کرے۔ لہذا ایسے انکشافات کا ذکر اپنی اپنی جگہ تھوڑا بہت کر دیا گیا ہے۔

اس سلسلہ کو کتاب الطبیعیات کے نام سے شائع کیا جا رہا ہے۔ یہ سلسلہ چار جلدوں پر مشتمل ہے۔ پیش نظر کتاب اس سلسلہ کی پہلی جلد ہے۔ لیکن سب سے پہلے اشاعت تیسری جلد یعنی "کتاب النور" کی ہوئی۔ بعدہ سال گذشتہ چوتھی جلد "کتاب المقناطیس والبرق" کے نام سے شائع ہوئی۔ اور اب آخری یعنی دوسری جلد "کتاب الحرارت والصوت" کے نام سے انشاءاللہ اس سال کے ختم تک شائع ہو جائے گی۔ پہلی اور دوسری جلدیں سال اوّل کے لئے ہیں اور تیسری اور چوتھی سال دوم کے لئے۔ لیکن اس ترتیب کی پابندی لازمی نہیں۔

کتاب الخواص والحرکت میں مادے کے خواص، حرکت، سکونات اور ماسکونات

سے بحث کی گئی ہے۔ عام دستور کے مطابق ان مضامین کے لئے علحدہ علحدہ حصّے نہیں قرار دیے گئے، بلکہ باہمی ربط کو واضح کرنے کے لئے تبویب مسلسل کی گئی ہے، آخیر کے باب میں سالمی نظریہ اور براؤنی حرکت کا سرسری تذکرہ کر دیا گیا ہے ورنہ ان کے بغیر کتاب نامکمل سی رہتی۔

مجھے ارباب جامعہ عثمانیہ کا شکریہ ادا کرنا چاہئے کہ انھوں نے ازراہ قدردانی اس سلسلہ کی کتابوں کو انٹرمیڈیٹ کے امتحان کے لئے پسند فرمایا ہے۔

کتاب کی طباعت پتھر پر ہوئی ہے اس لئے ممکن ہے کہ باوجود کوشش طباعت کی غلطیاں رہ گئی ہوں، اُن کی طرف جو صاحب بھی توجہ دلائیں گے اُن کا شکریہ پیش از پیش ادا کیا جاتا ہے۔ اسی طرح جو اصحاب خود کتاب کی اصلاح کی جانب توجہ فرمائیں گے اُن کے مشورے بھی شکریہ کے ساتھ قبول کئے جائیں گے۔

پچھلی کتاب میں شکلیں خاطر خواہ نہ بن سکی تھیں، اس کتاب میں اس نقص کو دور کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔

توقع ہے کہ کتاب معلّم اور متعلّم دونوں کے لئے مفید ثابت ہوگی فقط

محمد نصیر احمد عثمانی
نیوتنوی

شعبۂ طبیعیات، جامعہ عثمانیہ
بلدۃ الجامعہ، حیدرآباد دکن
۱۸؍ اسفندار ۱۳۴۵ف م ۲۱؍ جنوری ۱۹۳۶ء

فہرست

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

کتاب الطبیعیات

جلد اوّل

کتاب الخواص والحرکت

پہلا باب

تمہیدیہ

طبیعیات کی تعریف طبیعیات مشتق ہے "طبع" سے جس کے معنی سرشت کے ہیں۔ انگریزی میں اُس کو "فزکس" کہتے ہیں جو ایک یونانی لفظ "فزس" سے ماخوذ ہے اس کے معنی بھی سرشت کے ہیں۔ قدما اس سے تمام عالم کی سرشت یعنی فطرت کا مطالعہ مراد لیتے تھے چنانچہ طبیعی علوم سے ہیئت، حیل، کیمیا، نباتیات، حیوانیات، طب، نجوم وغیرہ مراد لیتے تھے۔

لیکن اب طبیعیات میں اتنی وسعت باقی نہیں رہی ہے۔ اب ان کا مقصد ان مظاہر کا مطالعہ ہے، جن کا انحصار جسموں کے قِوام کے تغیرات پر نہیں ہوتا۔

ہم یہاں کسی قدر تفصیل سے کام لیں گے تاکہ مطلب واضح ہو جائے۔

انسان اور فطرت فطرت کے رازہائے سربستہ کے انکشاف میں انسان نے جو کوششیں کی ہیں اُن کی داستان بہت دلچسپ ہے۔ دنیا میں رہ کر انسان کیلئے ممکن نہ تھا کہ وہ اپنے چاروں طرف فطری مظاہر کو دیکھتا اور ان کے سمجھنے کی کوشش نہ کرتا۔ یہ سعی اسی وقت بار آور ہوئی جبکہ یہ معلوم ہو گیا کہ ہر حال میں یکساں اور غیر متغیر علاقے قائم رہتے ہیں یہ اساسی علاقے یا کلیے بتلاتے ہیں کہ حالات ایک سے ہی ہوں تو نتائج بھی ایک سے ہی حاصل ہوتے ہیں۔ مثال

کے طور پر دیکھو کہ ایک تیر ایک ہی سمت میں ایک ہی رفتار سے پھینکا جائے تو اس کا راستہ ہمیشہ ایک ہی ہوگا۔ ورنہ فن تیراندازی ممکن نہ ہوتا۔ اسی طرح دوسرے مظاہر میں بھی ایسی ہی باضابطگی پائی جاتی ہے۔ اس باضابطگی کے علم ہی نے ہر قسم کی سائنٹیفک تحقیق کیلئے محرک کا کام دیا ہے۔

ان ہی یکسانیتوں یا کلیوں کی بناء پر انسان فطرت کی قوتوں پر قابو پا سکا ہے۔ ان ہی قوتوں کی جب تحقیق کی گئی تو صنعتیں پیدا ہوگئیں، جنھوں نے انسان کی زندگی کو مالا مال کر دیا۔ مظاہر فطرت کے سمجھنے کی یہی سعی پیہم اس عہد سائنس کا بڑا کارنامہ ہے۔ اس ذہنی کوشش میں طبیعیات کا تھوڑا سا لیکن بنیادی حصہ ہے اور پچھلے چند برسوں میں اس میں بہت حیرتناک ترقی ہوئی ہے۔

طبیعیات کا موضوع باوجود علم انسانی کا ایک جز ہونے کے طبیعیات کے اندر بہت وسعت ہے چنانچہ اس کا اطلاق آج کل زندگی کے اکثر شعبوں پر ہوتا ہے۔ اس میں ہم مانوس اشیاء کا مطالعہ کرتے ہیں اور ان کی توجیہ کرنے کی کوشش کرتے ہیں۔ اس سے غرض یہ ہوتی ہے کہ طبعی مظاہر کے درمیان صحیح صحیح علاقے دریافت کیے جائیں تاکہ علت و معلول کا سلسلہ سمجھ میں آسکے اور اس بناء پر پیش گوئی کی جاسکے۔

طبیعیات میں خاص طور پر اُن ہی مظاہر کا ذکر کیا جاتا ہے جن کو مادہ اور توانائی کی اصطلاحات سے بیان کیا جا سکتا ہے۔ بنابریں تمام طبیعی مظاہر میں بنیادی مفہوم مادہ اور توانائی کے ہیں۔

پس طبیعیات کا اصلی موضوع یہی ہے کہ مادہ اور توانائی کی امتیازی خاصیتوں کو دریافت کرے اور ان کلیوں کو معلوم کرے جن کے مطابق دونوں میں استحالہ واقع ہوتا ہے۔ اس لحاظ سے دیکھا جائے تو طبیعیات کی تعریف حسب ذیل ہوگی:۔

طبیعیات سے مراد مادہ اور توانائی کی خاصیتوں کا مطالعہ ہے اس سے وہ خواص مستثنیٰ ہیں، جن کا انحصار مادے کے مختلف قسموں کے فرق پر ہے اور اس سے زندہ اجسام پر مادے اور توانائی کے اثرات بھی مستثنیٰ ہیں۔

یہ تعریف اگرچہ کافی نہیں ہے، تاہم اس سے طبیعیات اور کیمیا و حیاتیات (بہ شمول فعلیات وطب) میں امتیاز ہو جاتا ہے۔

طبیعیات کا طریقۂ مطالعہ اپنی روزمرہ کی زندگی میں چیزوں کے وجود کا علم ہم کو اپنے حواس کے ذریعہ سے ہوتا ہے۔ اس طرح جو معلومات حاصل ہوتی ہیں اُن ہی پر ہم اپنی دماغی یا فلسفیانہ تحقیق کی عمارت کھڑی کرتے ہیں۔

بعض فلاسفہ یہ راستہ اختیار کرتے ہیں کہ حواس کی شہادت قابل قبول ہوتی ہے یا نہیں۔ اور پھر مطالعہ حواس سے وہ خیال یا ہستی کی طرف رجوع کرتے ہیں بس اس قسم کے علوم جن میں خود وجود کے اسباب وعلل سے بحث کیجائے، مابعد الطبیعیات کہلاتے ہیں۔

فلاسفہ کا ایک دوسرا گروہ حواس کی شہادت کو قابل قبول سمجھ کے اسی کو تمام تحقیق کی بنیاد قرار دیتا ہے۔ یہ گروہ ان مظاہر کی طرف توجہ کرتا ہے جن کا تعلق محسوس اشیاء سے ہوتا ہے۔ اس قسم کے فلسفہ کو طبعی فلسفہ یا طبعی سائنس کہتے ہیں۔ طبعیات اور کیمیا اسی کی شاخیں سمجھی جاتی ہیں۔

ہر دو صورتوں میں تحقیق کا آغاز ایک ہی نقطہ سے ہوتا ہے، یعنی حواس کی شہادت سے۔ لیکن طبعی سائنس میں تحقیق کی سمت مابعد الطبیعیاتی تحقیق کے خلاف ہوتی ہے۔

سائنس کی تحقیقاتیں دراصل تجرباتی ہوتی ہیں۔ بعض حالات میں بعض مظاہر وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ اگر یہی حالات کسی طرح دوبارہ پیدا کر دیے جائیں تو بعینہ وہی مظاہر رونما ہوں گے۔ پس کسی قسم کے خاص حالات کو ترتیب میں لانا تجربہ کہلاتا ہے۔

صرف ایک حالت ایسی ہے یعنی زمانہ، جس کو کبھی دُہرایا نہیں جا سکتا۔ جس وقت کوئی تجربہ انجام دیا جاتا ہے وہ وقت پھر دوبارہ نہیں لایا جا سکتا بایں ہمہ تجربے دہرائے جا سکتے ہیں۔ اسی سے معلوم ہوا کہ جہاں تک تجربہ کے لمحہ آغاز کا تعلق ہے وقت کوئی تجربی حالت یا شرط نہیں ہے اس لئے اس کو ہم نظر انداز بھی کر سکتے ہیں۔ اگر ایسا نہ ہوتا تو تجرباتی سائنس کا وجود ہی نہ ہوتا۔ لیکن ہو سکتا ہے کہ آغاز تجربہ کے بعد مدت تجربہ اصلی جز ہو۔

دوران تجربہ جو مظاہر مشاہدے میں آتے اور جو تجرباتی نتائج حاصل ہوتے ہیں وہ وہ بنیادیں ہیں، جن پر سائنس کی عمارت کھڑی کی جاتی ہے۔ اور جب ایسا ایک مفروضہ دعویٰ قائم کر لیا جاتا ہے جسکی رو سے مشاہدہ کردہ مظاہر ایک خاص حالت یا تجربی عمل کا نتیجہ قرار پائیں اور جس سے یہ معلوم ہو کہ وہ ایک دوسرے سے باہم کیونکر تعلق رکھتے ہیں، تو پھر سمجھا جاتا ہے کہ سائنس نے تجربی منزل سے ایک قدم آگے بڑھا دیا۔

کسی مفروضہ یا دعویٰ کو ہم قطعی طور پر ثابت نہیں کر سکتے۔ اب اگر کوئی تجربہ ایسا نتیجہ پیدا کرتا ہے جو پہلے سے قائم کردہ دعوے کے مطابق ہے تو یہ اس مفروضہ کے لئے تائیدی شہادت ہو جاتی ہے۔ اور اس سے مفروضہ کی بنیاد کسی قدر مستحکم ہو جاتی ہے۔ لیکن اگر تجربہ میں ایک مشاہدہ بھی ایسا آئے جو اس مفروضہ سے مطابقت نہ رکھتا ہو تو لازم آئے گا کہ یا تو مفروضہ میں ترمیم کر دی جائے یا پھر اُسے

ترک کر دیا جائے۔

اس قسم کے مفروضات سے فائدہ یہ ہوتا ہے کہ ان کی مدد سے ہم اُن وجودوں سے واقف ہو جاتے ہیں جن کی کوئی حسی شہادت ہمارے پاس موجود نہیں۔ اور جن کو پھر رفاہ انسان کے کام میں لایا جا سکتا ہے۔

اس نہج پر معمولی عملوں کی تحقیق سے ہم ایسے دعوے پر پہنچتے ہیں جس کی مدد سے ہم بتلا سکتے ہیں کہ بعض اسباب یا علل ہمیشہ بعض خاص اثرات یا معلول پیدا کرتے ہیں۔ نئی نئی مقداریں ہمارے سامنے مستحضر ہوتی جاتی ہیں اور نئے نئے میدان تحقیق کے کھلتے جاتے ہیں، اس طرح سائنس کے علم اور معلومات میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔ اس تمام انبار میں چند مفروضات ایسے ہوتے ہیں جن سے ہم ہر واقعہ کو دوسرے کی اضافت سے صحیح طور پر دیکھ سکتے ہیں۔

پیشتر اس کے کہ کوئی مزید بحث کی جائے، مناسب یہ معلوم ہوتا ہے کہ مادہ اور توانائی کے مفہوم کو واضح کر دیا جائے۔

مادہ | مادہ کی تعریفیں بہت سی کی گئی ہیں، لیکن ہمارے اغراض کے لئے ذیل کی تعریف کافی ہے۔

مادہ وہ ہے جس میں امتداد ہو یعنی وہ جگہ گھیرتا ہو اور حواس سے محسوس ہو سکتا ہو۔

اس تعریف سے یہ پتہ نہیں چلتا کہ خود مادہ کیا ہے۔ اس میں محض مادہ کی ایک بڑی خاصیت کا ذکر کیا گیا ہے۔ مادے کی نوعیت اور اس کی ساخت کی حقیقت خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو اتنا تو ہر شخص بادنیٰ تامل معلوم کر لیتا ہے کہ مادہ میں کچھ ایسا استقلال اور استمرار ہے کہ طبیعی مظاہر کو اس کی اضافت سے بیان کرنے میں سہولت ہوتی ہے۔ اس کی اہم خاصیتیں زمانے کے ساتھ نہیں بدلتیں، یہی وجہ ہے کہ طبیعی مظاہر کے بیان میں مادہ کو بہ حیثیت بنیادی اکائی کے مانا جاتا ہے۔

توانائی | جب مادہ حالت حرکت میں ہوتا ہے تو اس میں ایسی خاصیتیں پائی جاتی ہیں جو حالت سکون میں اس میں نہیں ہوتیں۔ مثلاً کسی آبشار میں پانی گرتا ہے تو اس میں نئے خواص آجاتے ہیں۔ اب وہ ایک پہیے کو چلا سکتا ہے جس سے مفید کام لیا جا سکتا ہے۔ اب کہا جاتا ہے کہ اوپر سے نیچے تک گرنے میں پانی میں توانائی پیدا ہو گئی ہے۔ اسی طرح ایک تنے ہوئے تار کی کیفیت بے تنے تار سے مختلف ہوتی ہے۔ ہم کہتے ہیں کہ تنے تار میں توانائی ہے۔ اس نقطۂ نظر سے توانائی سے مراد کام کرنے کی قابلیت ہے۔

مادہ کی طرح توانائی بھی ایسی ہی ہے کہ اس کے وجود کا پتہ ہم کو مشاہدات کے نتیجہ کے طور پر ہوتا ہے

یہ توانائی مختلف طریقوں سے ظہور پذیر ہوتی ہے۔ اس کی حقیقی نوعیت کچھ بھی ہو اتنا یقینی ہے کہ طبیعی مظاہر کو اچھی طرح سمجھنے کیلئے اس کی اہم خاصیتوں سے واقف ہونا ازبس ضروری ہے۔

استمرار مادہ و توانائی کے اصول طبیعیات کے دو بنیادی اصول حسب ذیل ہیں:۔

استمرار یا بقار مادہ:۔ مادہ مختلف شکلیں اختیار کرسکتا ہے لیکن نہ وہ پیدا کیا جاسکتا ہے اور نہ فنا کیا جاسکتا ہے۔

متعدد تجربوں سے یہ امر واضح ہوتا ہے کہ طبیعی یا کیمیاوی تغیر کے اختتام پر مادے کی مقدار اتنی ہی ہوتی ہے جتنی کہ آغاز تغیر پر ہوتی ہے۔ مادہ کو ایک حالت سے دوسری حالت میں مستحیل کیا جاسکتا ہے، اور اس کو دوسری حالتوں سے ملایا جاسکتا ہے۔ لیکن ہر صورت میں مادّے کی مجموعی مقدار ایک ہی رہتی ہے۔ بنابریں کائنات میں جتنی مقدار ہے وہ غیر متغیر رہتی ہے۔

استمرار توانائی:۔ توانائی کو ایک قسم سے دوسری قسم میں مستحیل کیا جاسکتا ہے لیکن توانائی کا پیدا کرنا یا معدوم کرنا محال ہے۔

ان دونوں اصولوں کو مسلمات میں داخل ہوئے زیادہ عرصہ نہیں گزرا۔ کوئی ساٹھ ستر برس گزرے ہوں گے۔ باوجود اس کے آج بھی "دوامی حرکت" پیدا کرنے کی کوششیں کیجاتی ہیں، گو یہ کوششیں پہلے سے کم ضرور ہو گئی ہیں۔

تجربہ سے اتنا معلوم ہے کہ قبل و بعد تجربہ توانائی کی مقدار ایک ہی رہتی ہے۔ بس یہی ایک شہادت ایجابی ہے۔ ورنہ دراصل اوپر کے دونوں اصولوں کی بہترین شہادت سلبی ہے۔ یعنی اب تک مادہ اور توانائی کی تخلیق یا تعدیم کی کوئی کوشش بارآور نہیں ہوئی ہے۔

کمیّت اور کثافت کسی جسم کی کمیت اس کی ایک ذاتی صفت ہے جو اس کی حالت حرکت یا سکون کے تابع نہیں ہے اور نہ اس کا انحصار دوسرے جسموں کے لحاظ سے اس کی وضع پر ہے۔ کمیت سے مراد ہی یہی ہے کہ جسم میں مادے کی مقدار کتنی موجود ہے۔ ہوسکتا ہے کہ حجم تو ایک ہو لیکن مختلف اشیاء میں مادے کی مختلف مقداریں موجود ہوں۔ چنانچہ جیسے آگے چل کر تصریح کیجائے گی سیسا اور پانی مساوی الحجم ہوں تو سیسے میں پانی سے مادہ کی مقدار گیارہ گنا ہوگی۔ اسی طرح سونے میں اُنیس گنا ہوگی۔ اس کو یوں کہتے ہیں کہ سیسا اور سونا پانی سے علی الترتیب گیارہ اور اُنیس گنا کثیف ہیں۔ اور ایک شے کے لحاظ سے دوسری کی کثافت سے مراد یہ ہوتی ہے کہ پہلے جسم میں دوسرے کے مقابلے میں مادے کی کتنی مقدار ہے۔

عناصر و مرکبات مختلف تجربوں اور مشاہدوں سے یہ بات تحقیق ہو چکی ہے کہ مادے کی جتنی شکلوں سے ہم واقف ہیں ان سب کو کوئی نوے قسم کی اشیار میں تحلیل کیا جا سکتا ہے۔ ان اشیار کو سادہ اشیار یا عناصر کہتے ہیں۔ اس سے یہ اشارہ مقصود ہے کہ ان میں صرف ایک ہی قسم کا مادہ ہے۔ ان میں سے بعض تو بہت نادر ہیں اور نہایت قلیل مقداروں میں پائے جاتے ہیں اور بعض بکثرت پھیلے ہوئے ہیں اور ان سے طرح طرح کے کام لیے جاتے ہیں۔ کائنات کا بڑا حصہ صرف چودہ عناصر پر مشتمل ہے جن میں سے چھ دھاتیں اور باقی ادھاتیں ہیں۔ وہ عناصر یہ ہیں :۔

آکسیجن، ہائڈروجن، نائٹروجن، سلیکن، کاربن، گندھک، فاسفورس، کلورین، ایلومینیم، پوٹاشیم، سوڈیم، کیلشیم، میگنیشیم اور لوہا۔

ان میں سے بہت کم ایسے عناصر ہیں جو فطرت میں بحالت خالص پائے جاتے ہیں۔ معلومہ اشیار میں سے زیادہ تر مرکبات ہیں۔ یعنی وہ دو، تین، یا چار عناصر سے مل کر بنے ہیں۔ چنانچہ پانی آکسیجن اور ہائڈروجن سے مرکب ہے، نمک کلورین اور سوڈیم سے، لکڑی کاربن، آکسیجن اور ہائڈروجن سے، سنگ مرمر کاربن، آکسیجن اور کیلشیم سے، عضلہ کاربن، ہائڈروجن، آکسیجن اور نائٹروجن سے۔ چار عناصر سے زیادہ کی مرکب اشیار کی تعداد بہت کم ہے۔

وہ قوت جس کی وجہ سے مختلف اشیاء مل کر مرکب بناتی ہیں اور جو مرکبات کے انفصال کی مخالفت کرتی ہے کیمیاوی جذب یا الف کہلاتی ہے۔

جوہر اگر ہم گندھک اور لوہے کو باریک کرکے ملائیں تو اس کے لیے کسی تناسب کی ضرورت نہیں۔ اگر اس آمیزے میں ہم کسی مقناطیس کے سرے کو رکھ دیں تو وہ لوہے کے ذرات کو کھینچ لے گا۔ اور گندھک کو چھوڑ دے گا۔ یا اگر آمیزہ کاربن بائی سلفائڈ میں ڈال دیا جائے تو گندھک حل ہو جائے گا اور لوہا باقی رہ جائے گا۔ غرض یہ کہ ہم طبیعی طریقوں سے دونوں اجزا کو الگ کر سکتے ہیں۔ لیکن اسی آمیزے کو ہم گرم کر دیں تو ایک مرکب بن جائے گا جس کے خواص اس کے اجزاء سے مختلف ہوں گے۔ اب نہ گندھک حل ہو سکتا ہے اور نہ لوہے کو مقناطیس کھینچ سکتا ہے۔ اس مرکب کا نام آئرن سلفائڈ ہے۔ اس میں وزن کے اعتبار سے ۷ حصہ لوہا اور چار حصہ گندھک ہوتا ہے۔ اس حالت میں دونوں کو الگ کرنا ہو تو پیچیدہ کیمیاوی عمل انجام دینے پڑتے ہیں۔

اس سے معلوم ہوا کہ جب ایک مادہ دوسرے مادہ سے ترکیب پاتا ہے تو دونوں کی معین مقداریں اس میں حصہ لیتی ہیں۔ ہر مادے کی ایک اقل مقدار ہوتی ہے جو ہمیشہ ایک ہی رہتی

ہے۔ مادے کے اس چھوٹے سے چھوٹے معین حصّے کو جوہر کہتے ہیں۔ اس جوہر کا ایک وزن ہوتا ہے، جس وزن میں ایک مادہ دوسرے مادے سے ملتا ہے۔ اس کو جوہری وزن کہتے ہیں۔ مثلاً ہائڈروجن کا جوہری وزن ا ہے، آکسیجن کا ۱۶، کاربن کا ۱۲، چاندی کا ۱۰۸، سونے کا ۱۹۷؛ وغیرہ۔

سالمے | ہم مادے کو گروہوں میں منقسم پاتے ہیں۔ ہر گروہ دو یا دو سے زیادہ جوہروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ایسے گروہ کو سالمہ کہتے ہیں۔ کیمیاوی قوتیں سالموں کو جوہروں میں تقسیم کر سکتی ہیں۔ طبعی قوتیں سالمے پر بہ حیثیت مجموعی عمل کرتی ہیں۔ اکثر عناصر میں سالمے دو جوہری ہوتے ہیں۔ مرکب شئے کا سالمہ اس کے اجزار کے جوہروں کا مجموعہ ہوتا ہے۔ چنانچہ دو جوہر ہائڈروجن اور ایک جوہر آکسیجن مل کر پانی کا ایک سالمہ نہ کہ جوہر بناتے ہیں۔ اور گندھک کے ترشے کے سالمے میں گندھک کا ایک آکسیجن کے چار، اور ہائڈروجن کے دو جوہر ہوتے ہیں۔

سالمے اور جوہروں پر راست مشاہدہ نہیں کیا جا سکتا۔ وہ اتنے چھوٹے ہوتے ہیں کہ دکھائی نہیں دیتے لیکن مسلمہ اصولوں اور مشاہدات کی بنا پر ان کی جسامت کا اندازہ لگایا گیا ہے۔ چنانچہ پانی کے ایک مکعب ملی میٹر میں اندازہ ہے کہ 10^{18} سالمے ہوتے ہیں۔ اور گیسوں میں، جن میں تعداد کمتر ہوتی ہے۔ ایک مکعب سم میں کوئی 20×10^{18} سالمے ہوتے ہیں۔

بین سالمی فضا، اثیر | کسی جسم پر ہم کشش کی قوت سے عمل کریں تو وہ کھنچ جائے گا اور اگر اس پر دباؤ ڈالیں تو وہ سکڑ جائے گا۔ تپش میں اگر زیادتی ہو تو جسم کا حجم بڑھ جاتا ہے اور اگر کمی ہو تو گھٹ جاتا ہے۔ اس قسم کے امور کی توجیہ اسی بنا پر کی جا سکتی ہے کہ جن سالموں پر جسم مشتمل ہے وہ ایک دوسرے کو فی الحقیقت مس نہیں کرتے۔

ایک دوسری مثال یہ ہے کہ اگر مساوی الحجم الکوہل اور پانی کا آمیزہ ہم تیار کریں تو آمیزہ کا حجم اس کے اجزار کے مجموعہ سے کم ہوتا ہے۔ اور جب کوئی نمک پانی میں حل کیا جاتا ہے تو حجم میں کوئی زیادتی واقع نہیں ہوتی۔ ان واقعات کی سب سے آسان توجیہ یہی ہے کہ ایک شئے کے سالمے دوسرے سالمے کے خلاؤں میں نفوذ کر جاتے ہیں۔

ان اور ان جیسے واقعات کی بنا پر یہ مان لیا گیا ہے کہ تمام اجسام، خواہ وہ سخت ترین ہوں یا کثیف ترین، ان کے سالمے ایک دوسرے سے معتدبہ فاصلے پر ہوتے ہیں اور بیرونی طبعی قوتوں کے زیر اثر خود سالموں کو متغیر کیے بغیر ان فاصلوں کو کم و بیش کیا جا سکتا ہے۔ سالموں کے درمیانی فصل کو **بین سالمی فضا** کہتے ہیں۔ جو قوتیں عمل کرتی ہیں وہ سالمی قوتیں کہلاتی ہیں۔

علاوہ ازیں یہ بھی فرض کیا جاتا ہے کہ نرم ترین اور سخت ترین، سُبک ترین اور گراں ترین، غرضکہ تمام اجسام اور فضاء فلکی، اور اعلیٰ سے اعلیٰ خلا، ایک ایسی شئے سے بھرے ہوئے ہیں۔ جو بغایت لطیف اور سیّال ہے اور کامل طور سے لچکدار اور تغلیظ ناپذیر ہے۔ اسی سیّال کو اثیر کہتے ہیں۔ اس کا مزید بیان اس سلسلہ کی جلد سوم کتاب النور میں ملے گا۔

مادّے کی مختلف حالتیں جملہ اشیاء میں کچھ اس قسم کی خاصیتیں پائی جاتی ہیں کہ ان سب کو تین قسموں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ یعنی ٹھوس، مائع اور گیس میں۔

سالمی جذب کی قوتوں سے جس حد تک مادہ اثر پذیر ہوتا ہے، اس پر اس حالت کا انحصار ہوتا ہے جو مادہ اختیار کرتا ہے، کیونکہ یہ قوتیں سالموں کو نزدیک تر لانے کی کوشش کرتی ہیں۔ اس کے علاوہ تپش کا اثر بھی ان حالتوں پر ہوتا ہے کیونکہ تپش کی بیشی سے عام طور پر سالمے دور تر ہوجاتے ہیں۔

لکڑی، پتھر، دھات وغیرہ ٹھوس اشیاء ہیں، یہ ایسی اشیاء ہیں کہ کم و بیش سخت ہوتی ہیں اور اپنی شکل کو قایم رکھتی ہیں خواہ وہ فطری ہو یا مصنوعی۔ پس ٹھوس شے وہ ہوئی جو ان قوتوں کے لئے بڑی مزاحمت پیش کرے جو اس کی شکل بدلنے کا اقتضا رکھتی ہوں۔ ٹھوسوں میں سالموں کو حرکت کی آزادی بہت کم ہوتی ہے۔ وہ مرتعش تو ہوسکتے ہیں لیکن شے کے ایک حصّہ سے دوسرے حصّہ تک نقل نہیں کرسکتے۔ پانی، تیل، پارا، جیسے جسم مائع کہلاتے ہیں۔ ان اجسام میں سختی نہیں ہوتی۔ جب کوئی جسم ان میں ڈبو دیا جاتا ہے تو بہت کم مزاحمت سے اس کو سابقہ پڑتا ہے۔ ان مائعوں کی کوئی اپنی شکل نہیں ہوتی بلکہ وہ فوراً ظرف کی شکل اختیار کرلیتے ہیں۔ انکی ایک آزاد سطح ہوتی ہے۔ وہ قدرے تغلیظ پذیر ہیں اور ٹھوسوں سے تو زیادہ ہی تغلیظ پذیر ہیں۔ ان کے سالمے نہ صرف مرتعش ہوسکتے ہیں بلکہ وہ مائع کے ایک حصّہ سے دوسرے حصّہ تک بآسانی نقل کرسکتے ہیں۔ بنابریں مائع وہ شے ہے جس میں سالمے ایسی قوتوں سے متحد ہوں، جو شے کو ایک معین حجم قائم رکھنے کیلئے کافی ہوں، اور جن کی وجہ سے مائع کی ایک آزاد سطح ہو۔

ہائڈروجن، آکسیجن، کاربونک ایسڈ جیسی اشیاء گیسیں کہلاتی ہیں۔ یہ بہت ہی لطیف ہوتی ہیں اور عام طور پر غیر مرئی ہوتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ہوا، آکسیجن وغیرہ سے بھرے ظرف خالی معلوم ہوتے ہیں۔ صرف چند گیسیں رنگدار ہیں اور اس لئے مرئی ہیں۔ مائع کی طرح گیس کی بھی کوئی شکل نہیں ہوتی۔ لیکن مائع کے برخلاف اس میں کوئی آزاد سطح نہیں ہوتی۔ یہ بغایت تغلیظ و بسط پذیر ہیں

گیسوں میں سالمے بآسانی حرکت کرتے رہتے ہیں۔ ہر سالمہ خط مستقیم میں حرکت کرتا ہے تاآنکہ دوسرے سالمے یا ظرف کی دیوار سے تصادم کیوجہ سے اسکی سمت میں تبدیلی نہ واقع ہو۔ قریب کے سالموں میں جذب اسیوقت ہوتا ہے جب وہ بہت ہی نزدیک آجائیں۔ گیسوں میں وسیع سے وسیع تر فضا کو گھیرنے کا اقتضا رہتا ہے۔

بہت سے جسم ایسے ہیں جو ہر سہ حالت میں رہ سکتے ہیں۔ مثلاً پانی۔ سرد کرنے پر یہ برف کی صورت میں ٹھوس بنجاتا ہے۔ معمولی تپشوں پر مائع ہوتا ہے اور بلند تپشوں پر گیس کی تشکل اختیار کر لیتا ہے۔ یہی کیفیت گندھک، آیوڈین وغیرہ کی ہے اسکے برخلاف بہت سے جسم ایسے ہیں، بالخصوص مرکبات، جو ایک سے زیادہ حالت میں قائم نہیں رہ سکتے کیونکہ تپش کی بیشی سے وہ بسا اوقات تحلیل ہو جاتے ہیں۔

میکسویل کا مقولہ اس باب کے خاتمہ پر مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ایک مقولہ بیان کر دیا جائے، جس میں طبیعیاتی تحقیق کا اسلوب اچھی طرح واضح ہو جائیگا۔ طبیعیات میں تحقیقات کی بنیاد اس مقولہ پر ہے کہ ایک ہی علت سے ہمیشہ ایک ہی معلول پیدا ہوگا۔ چونکہ کوئی واقعہ ایک مرتبہ سے زیادہ نہیں واقع ہوتا اس لئے ظاہر ہے کہ علت اور معلول ہر لحاظ سے وہی نہیں ہو سکتے۔ بالفاظ دیگر اگر علتوں میں بہ لحاظ زمان و مکان فرق ہے تو معلولوں میں بھی زمان و مکان کے لحاظ سے ہی فرق ہوگا۔ بنابریں میکسویل نے اس مقولہ کو ذیل کی شکل میں پیش کیا :۔

ایک واقعہ کو دوسرے واقعہ سے جو امتیاز حاصل ہوتا ہے اس کا انحصار وقت و جائے وقوع کے محض فروق پر نہیں ہوتا بلکہ اجسام متعلقہ کی نوعیت، تشکل اور حرکت پر ہی اس کا انحصار ہوتا ہے۔

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر ایک واقعہ خاص حالات کے تحت واقع ہو گیا ہے تو کسی دوسرے وقت یہی حالات پھر پیدا ہو جائیں تو وہی واقعہ رونما ہوگا۔

اس مقولہ کی صداقت پر اعتقاد تمام تجربوں کی بنیاد ہے اور تجربہ کچھ نہیں ہے بجز اس کے کہ خاص اسباب کے ترتیب دینے کا ایک مصنوعی طریقہ ہے۔ اس سے غرض یہ ہوتی ہے کہ یہ معلوم ہو سکے کہ ایک یا ایک سے زیادہ اسباب کے ساقط العمل ہونے کی صورت میں واقعہ اور مشاہدہ میں کیا فرق ہوتا ہے، جبکہ جملہ اسباب، جو عام طور پر موجود ہوتے ہیں، عمل پیرا ہوں، پس اگر تجربے سے ہمکو یہ معلوم ہو کہ فلاں اسباب فلاں اثرات سے وابستہ ہیں، تو ہمکو یہ یقین ہو جاتا ہے کہ یہ اسباب اور اثرات ہمیشہ وابستہ رہیں گے۔ اور اگر کسی تجربے میں تمام معلومہ عاملہ اسباب کو مستقل رکھنے کے باوجود اثر میں تغیر واقع ہو تو ہم فوراً یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ہمارے معلومہ اسباب کے علاوہ کوئی سبب ہے جو یہ تغیر پیدا کر رہا ہے۔ زیادہ تر ان ہی اسباب کی تحقیق سے فطرت کے متعلق ہمارا علم بتدریج وسعت پاتا ہے۔

طبیعیات کی شاخیں طبیعیات کا مطالعہ بالعموم حسب ذیل شاخوں میں کیا جاتا ہے :۔

(۱) حرکیات (۲) خواص مادہ (۳) حرارت (۴) صوتیات (۵) نور (۶) مقناطیسیت (۷) برق

دوسرا باب

خواص اشیاء یا اجسام

خاصیت جہاں تک اشیاء یا اجسام کا تعلق ہے خاصیتوں سے مراد وہ حیثیتیں ہیں جنہیں ہمارے حواس ان اجسام کو محسوس کرتے ہیں۔

خواص کی قسمیں جملہ خاصیتوں کی دو قسمیں ہیں:۔

عام خواص:۔ یہ وہ خواص ہیں جو تمام اجسام میں مشترک ہیں، مثلاً امتداد، لچک، حرکت اور جمود وغیرہ۔

نوعی خواص:۔ یہ وہ خواص ہیں جو صرف بعض اجسام یا اجسام کی بعض حالتوں میں پائے جاتے ہیں، مثلاً لوچ، سختی، رنگ، تورق وغیرہ۔

عام خواص

امتداد سب سے پہلی عام خاصیت، جس سے ہم کو سابقہ پڑتا ہے، امتداد کی ہے۔

امتداد سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے ہر مادہ فضا کا ایک محدود حصّہ گھیرتا ہے۔

تمام اجسام، حتیٰ کہ قصیر ترین جوہروں میں بھی امتداد ہے۔ اس میں جسم کا طول، عرض، عمق وغیرہ شامل ہے۔ کیونکہ ایک سمت میں امتداد سے طول پیدا ہوتا ہے، دو سمتوں میں امتداد سے سطح پیدا ہوتی ہے اور تین سمتوں میں امتداد سے حجم حاصل ہوتا ہے۔

عدم تداخل عدم تداخل سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے مادے کے دو حصّے بہ یک وقت فضا کے ایک ہی حصّہ کو نہیں گھیر سکتے۔ بالفاظ دیگر مادے کا ایک حصّہ دوسرے حصّہ میں حلول نہیں کر سکتا۔

بہت سے مظاہر ایسے ہیں جن میں ایک جسم دوسرے جسم میں حلول کرتا معلوم ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر ایک سیر پانی اور ایک سیر الکوہل دونوں کو ملایا جائے تو آمیزے کا حجم دو سیر سے کم رہتا ہے۔ اسی طرح بعض بھرتوں کے بنانے میں انقباض واقع ہوتا ہے۔ چنانچہ پیتل جو تانبے اور جست کی بھرت ہے ہر دو کے مجموعی حجم سے کم حجم رکھتا ہے۔

لیکن یہ تداخل یا حلول محض ظاہری ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ سالموں کی وضعوں میں تغیر واقع ہو جاتا ہے۔

وہ ایک دوسرے کے قریب تر آجاتے ہیں، اس لئے درمیانی فضا کم ہو جاتی ہے۔
اگر لکڑی میں کوئی کیل ٹھونکی جائے تو یہ صورت بھی تداخل کی نہیں ہے۔ کیونکہ کیل لکڑی کے سالموں کو الگ الگ کر دیتی ہے اور اس لئے جہاں کیل پہونچی ہے وہاں لکڑی نہیں ہوتی۔ جب پانی مٹی کے ڈھیر پر ڈالا جاتا ہے تو وہ فوراً غائب ہو جاتا ہے۔ پانی مٹی میں حلول نہیں کرتا، بلکہ مٹی کے ذروں کی درمیانی جگہوں میں چلا جاتا ہے۔
جب کوئی پتھر پانی کے برتن میں ڈالا جاتا ہے تو پانی کی سطح اتنا ہی اُٹھ جاتی ہے جتنا کہ پتھر کا حجم ہوتا ہے۔
ہَوا میں بھی عدم تداخل کی خاصیت موجود ہے۔ کیونکہ ایک خالی گلاس کو اگر پانی میں الٹ دیں تو گلاس کے اندر کی ہوا کا حجم کم ہو جاتا ہے۔ اس سے ثابت ہوتا ہے کہ ہَوا دب جاتی ہے لیکن اس کا یہ مطلب نہیں کہ اس میں حلول ممکن ہے کیونکہ گلاس کو ترچھا کرنے سے ہَوا بلبلوں کی صورت میں خارج ہو جاتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ لوہا جب ڈھالا جاتا ہے تو سانچوں میں ہوا کے خارج ہونے کیلئے سوراخ رکھنے پڑتے ہیں۔

قسمت پذیری | قسمت پذیری وہ خاصیت ہے جس کی رو سے ایک جسم حصّوں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

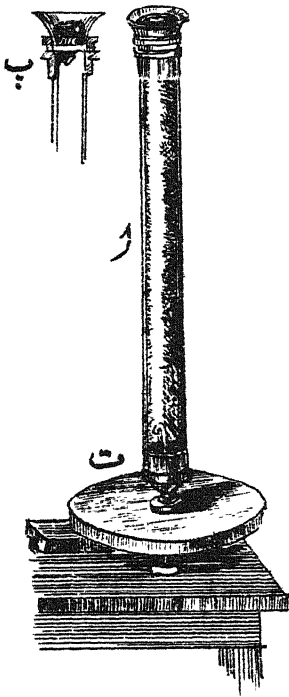
مادّے کی قسمت پذیری کی بہت سی مثالیں پیش کی جاسکتی ہیں۔
مشک اگر ایک گرین کا دسواں حصّہ بھی ہو تو برسوں تک ایک کمرہ میں اپنے ذرات خوشبو پھیلاتا رہے گا۔ اور اس عرصے کے بعد بھی اس کے وزن میں کوئی خاص کمی نہ واقع ہو گی۔
غلّہ کے دانے کے برابر بھی اگر لاکھیا رنگ ہو تو وہ ۱¼ گیلن (دس سیر) پانی کو رنگدار بنا دے گا۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اس ذرا سے دانے میں ایک کروڑ ذرات سے کم نہیں۔
خون میں سُرخ رنگ کے چپٹے کرویے ہوتے ہیں جو ایک بے رنگ سیّال میں تیرتے رہتے ہیں۔ انسان کے خون کے ایک کرویہ کا قطر انچ کے ۳۵ ہزارویں حصّہ سے بھی کم ہوتا ہے۔ اور سوئی کی نوک پر جو قطرہ خون کا آسکتا ہے اس میں کوئی دس لاکھ کرویے ہوتے ہیں۔
ایسے چھوٹے چھوٹے حیوانیے دریافت ہوئے ہیں جو تین لاکھ کی تعداد میں ہوں تو ایک دانہ ریگ کے برابر ہوں گے اور ہر ذرہ اپنی مستقل ہستی رکھتا ہے۔
الکوہل میں اگر فکسین ایک خاص وزن میں حل کی جائے اور مائع کو ہلکا یا جائے تو اس کا رنگ ایسے محلول میں بھی ظاہر ہوتا ہے جس میں ۲ .... ۰ گرام فی مکعب سینٹی میٹر سے زیادہ رنگ نہیں ہوتا یعنی $\frac{1}{\text{۵ کروڑ ۲۰ لاکھ}}$ گرام وزن خالی آنکھ سے محسوس ہو سکتا ہے۔
ہیلیم ایک مکعب سمر ہو تو اس سے ۱۲۰۰ بلین (۱ پدم ۲۰ نیل) ذرات حاصل ہو سکتے ہیں۔

ایک قسم کا قطر ایسا ہوتا ہے جس سے بہت باریک ریت سی نکلتی ہے۔ یہ اس قدر ہلکی ہوتی ہے کہ ہوا میں دھوئیں کی طرح اُڑتی رہتی ہے۔ اس ریت کا ہر ذرہ پورے پودے کا تخم ہوتا ہے۔ اس پر بھی بال کا قطر اس سے ۱۲۵۰۰۰ گنا بڑا ہوتا ہے۔

تخلخل | تخلخل سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے کسی جسم کے سالموں کے درمیان مسامات واقع ہوتے ہیں۔

مسامات دو قسم کے ہوتے ہیں۔ ایک طبعی۔ دوسرے مرئی۔ طبعی مسامات اس قدر چھوٹے ہوتے ہیں کہ سالمے ایک دوسرے پر عمل کر سکتے ہیں۔ مرئی مسامات وہ ہیں جو آنکھ سے دکھائی بھی دیتے ہیں۔ یہ مسامات اتنے بڑے ہوتے ہیں کہ سالمے ایک دوسرے پر عمل نہیں کر سکتے۔ لکڑی، اسفنج اور بعض پتھروں میں مرئی مسامات نظر آتے ہیں لیکن طبعی مسامات کبھی نظر نہیں آتے۔ لیکن چونکہ ہر جسم کا حجم کم کیا جا سکتا ہے اس لئے نتیجہ نکلتا ہے کہ ہر جسم میں طبعی مسامات موجود ہیں۔ اس کے ثبوت میں ذیل کا تجربہ موسوم بہ سیمابی بارش انجام دیا جا سکتا ہے:۔

سیمابی بارش:۔ شیشے کی ایک لمبی نلی ا کے سرے پر (شکل ۱۰) پیتل کی ایک ٹوپی ہوتی ہے۔ نیچے پیتل کا ایک پایہ ہوتا ہے جس کی بدولت اس کو ہوا پمپ کی تختی ت پر رکھا جا سکتا ہے۔ ٹوپی ایک پیالے کی شکل کی ہوتی ہے جس کی پیندی میں دبیز چمڑا لگا ہوتا ہے۔ پیالے میں اتنا پارا ڈالا جاتا ہے کہ چمڑا پورا ڈھک جاتا ہے۔ اس کے بعد ہوا پمپ چلایا جاتا ہے جس سے نلی میں ایک جزئی خلا پیدا ہو جاتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ نلی کے اندر پارے کی بارش سی ہونے لگتی ہے کیونکہ ہوا کا دباؤ پارے کو چمڑے کے مساموں میں سے گزار دیتا ہے۔ اگر چمڑے کی بجائے لکڑی کی قرص رکھی جائے تو بھی یہی نتیجہ پیدا ہوتا ہے۔

شکل ۱۰

علاوہ ازیں پتھروں میں رنگ آمیزی اسی بنا پر ممکن ہے کہ رنگ پتھروں کے مساموں میں اُتر جاتا ہے۔

حجم، حقیقی اور ظاہری | یہ تخلخل کا نتیجہ ہے کہ ہر جسم کے حقیقی اور ظاہری حجم میں تمیز کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

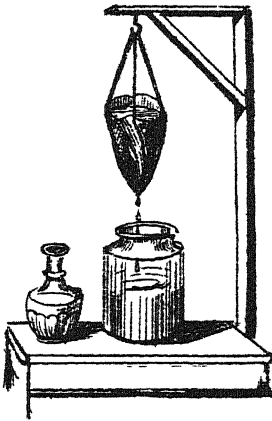
حقیقی حجم سے مراد فضا کا وہ حصّہ ہے جو جسم کے سالمے فی الواقع گھیریں۔ ظاہری حجم سے مراد حقیقی حجم اور مساموں کے حجم کا مجموعہ ہے۔

جسم کا حقیقی حجم تو تغیر کو قبول نہیں کرتا، لیکن اس کا ظاہری حجم مختلف طریقوں سے بدلا جا سکتا ہے۔ چنانچہ کھریا کا ٹکڑا جب پانی میں ڈالا جاتا ہے تو ہوا کے بلبلے فوراً سطح پر آنے لگتے ہیں، کیونکہ کھریا کے مساموں میں ہوا کو پانی نکال دیتا ہے۔ اب کھریا سابق سے وزن دار ہوگی۔ وزن کی اس زیادتی سے اس کے مساموں کا حجم معلوم ہو سکتا ہے اور اس طرح اس کا حقیقی حجم دریافت ہو سکتا ہے۔

تخلخل کا اطلاق | تخلخل کی خاصیت سے مختلف طریقوں پر کام لیا جاتا ہے بالخصوص عمل تقطیر ہیں۔ اس عمل سے وہ مائع صاف کئے جاتے ہیں جن میں کچھ چیزیں معلق ہوں۔ مثلاً دریا کا پانی جو گدلا ہوتا ہے کیونکہ اس میں بہت سی چیزیں مل جاتی ہیں۔

اس مقصد کیلئے جو آلے بنائے جاتے ہیں وہ تقطیری آلے کہلاتے ہیں۔ یہ بالعموم کاغذ، نمدہ، کوئلہ وغیرہ سے بنائے جاتے ہیں۔ ان اشیاء میں مسامات اتنے بڑے تو ہوتے ہیں کہ مائع کو گزرنے دیں لیکن اتنے بڑے نہیں ہوتے کہ معلق ٹھوس کو گزرنے دیں۔

تجربہ خانوں میں بالعموم تقطیر کے لئے تقطیری کاغذ استعمال کرتے ہیں لیکن شکل ۲ میں جو آلہ دکھلایا گیا ہے وہ عام طور پر اچھا کام دے سکتا ہے۔ اس میں نمدے کی ایک مخروطی تھیلی ہوتی ہے، جس میں تین ڈوریاں لگی ہوتی ہیں۔ جن سے وہ کسی ایستادے سے آویزاں کی جا سکتی ہے۔ اسی تھیلی میں گدلا پانی یا مائع ڈالا جاتا ہے جو آہستہ آہستہ مسامات میں سے گزر جاتا ہے اور جن ٹھوس ذروں کی وجہ سے گدلاپن پیدا ہوا تھا وہ تھیلی میں رہ جاتے ہیں۔ شربت، عرق وغیرہ کے صاف کرنے کے لئے یہ طریقہ بہت موزوں ہے۔

شکل ۲

سنگی معدنوں میں بڑے بڑے پتھروں کو علیحدہ کرنے کی یہی صورت اختیار کی جاتی ہے کہ خشک لکڑی کے فانے چٹانوں کی درازوں میں داخل کر دیے جاتے ہیں۔ پھر ان فانوں کو تر کیا جاتا ہے۔ پانی ان کے مسامات میں پہونچکر ان کو پھیلا دیتا ہے۔ اس پھیلاؤ میں اتنی قوت ہوتی ہے کہ چٹانیں پھٹ جاتی ہیں۔

پسا ہوا کوئلہ لکڑی کا بھی تقطیر کے کام میں لایا جاتا ہے۔ ریت کی ایک تہہ یا شیشے کے باریک ٹکڑے بھی یہی کام دیتے ہیں۔ گہرے کنویں کا پانی اسی لئے صاف ہوتا ہے کہ وہ زمین کے دبیز طبقوں سے مقطر ہو کر آتا ہے۔

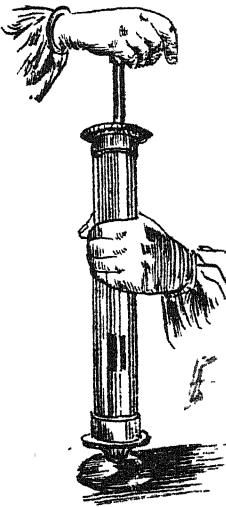
تغلیظ پذیری تغلیظ پذیری سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے کمیت کے نقصان کے بغیر دبانے سے کسی جسم کا حجم گھٹ جائے۔

تغلیظ چونکہ سالموں کے ایک دوسرے کے قریب آجانے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے اس لئے یہ خاصیت مساموں کے وجود کا نتیجہ بھی ہے اور ان کی دلیل بھی۔

اسفنج، ربڑ، کارک، کاغذ، کپڑا وغیرہ میں یہ تغلیظ پذیری بہت نمایاں ہے۔ محض انگلیوں میں دبانے سے ان اشیاء کا حجم بہت کچھ کم ہوجاتا ہے۔ دھاتوں کی تغلیظ پذیری کا یہی ثبوت ہے کہ ضرب سکہ کے وقت دھات ٹھپہ قبول کرتی ہے۔ البتہ اکثر صورتوں میں ایک حد ایسی ضرور ہے جس کے بعد اگر دھات کو دبایا جائے تو شق ہوجاتی ہے یا سفوف بن جاتی ہے۔

مائعات کی تغلیظ پذیری بہت کم ہے یہی وجہ ہے کہ عرصہ تک اس کا علم نہ ہوسکا۔ سب سے زیادہ تغلیظ پذیر گیسیں ہوتی ہیں۔ چنانچہ دباؤ کے تحت و بکرا اپنے معمولی حجم کا دسواں، بیسواں، یا سواں حصہ رہ جاتی ہیں۔

گیسوں کی تغلیظ پذیری دکھلانے کے لئے ذیل کا تجربہ انجام دیا جاسکتا ہے:-

شیشے کی ایک لمبی نلی ہو، جس کی دیواریں موٹی ہوں۔ جس میں ایک ٹھوس فشارہ لگا ہوا ہو۔ (شکل ۳) اندر کی مقید ہوا باہر نہیں نکل سکتی۔ اس پر بھی جب فشارہ کا دستہ دبایا جاتا ہے تو نصف یا تین چوتھائی نلی تک وہ دبایا جاسکتا ہے۔ اس سے ثابت ہوتا ہے کہ ہوا کا جو حجم پہلے تھا اس سے اب نصف یا چوتھائی رہ گیا ہے۔

لچک لچک سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے اجسام اپنی شکل یا اپنا حجم بدل دیتے ہیں جب کہ وہ دبائے، کھینچے، موڑے یا مروڑے جائیں۔ لیکن شکل یا حجم بدلنے والی قوت جب ہٹ جاتی ہے تو وہ اجسام اپنی اصلی شکل یا اپنے اصلی حجم پر واپس آجاتے ہیں۔

شکل ۳

کسی جسم کی لچک اس مزاحمت سے پیمائش کی جاتی ہے جو وہ جسم بگاڑ پیدا کرنے والی کسی قوت یا زور کے خلاف پیش کرے۔

لچک کی حسب ذیل قسمیں قرار دی جاسکتی ہیں :-

ایک قسم وہ جس میں عاملہ زور دباؤ کی صورت میں ہو۔ اس قسم کی لچک گیسوں اور مائعوں میں پائی جاتی ہے۔ دوسری قسم لچک کی وہ ہے جس میں عاملہ قوت خمیدگی پیدا کردے، جیسے کہ کمانیوں میں ہوتا ہے۔ تیسری قسم کی لچک مروڑی لچک ہے جو سوتی ڈوروں وغیرہ میں نمودار ہوتی ہے۔ اور چوتھی قسم کی لچک وہ ہے جسمیں تنش پیدا ہو، جیسا کہ پیانو یا ستار کے تاروں میں پائی جاتی ہے۔

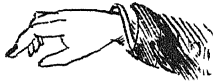
لچک خواہ کسی قسم کی کیوں نہ ہو، وہ ہمیشہ سالموں کی سرک کا نتیجہ ہوتی ہے۔ اگر دباؤ نے سالموں کو ایک دوسرے سے قریب تر کر دیا ہے تو حرارت کی وجہ سے وہ علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ برخلاف اس کے اگر وہ علیحدہ ہو گئے ہیں تو سالمی جذب اُن کو پھر ایک دوسرے سے نزدیک کر دیتا ہے۔ اگر ہاتھی دانت یا فیل ماہی کی ہڈی کو موڑا جائے تو اس کے مقعر حصے کے سالمے دبنے کی وجہ سے ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور محدب حصے کے سالمے پھیلنے کی وجہ سے ایک دوسرے سے قریب آنے کی کوشش کرتے ہیں۔ پس جب عاملہ قوت ہٹ جاتی ہے تو یہ دونوں عمل ہڈی کو سیدھا کرنے میں ایک دوسرے کی مدد کرتے ہیں۔

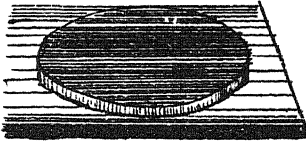
گیسیں اور مائع اس لحاظ سے کامل طور پر لچکدار ہوتے ہیں کہ جب عاملہ دباؤ دور ہو جاتا ہے تو وہ بالکلیہ اپنے اصلی حجم پر واپس آجاتے ہیں۔ لیکن اگر لچک کی پیمائش اس زور (دباؤ) سے کی جائے جو ایک خاص بگاڑ (موجودہ صورت میں حجم کی ایک معین کمی) پیدا کرنے کیلئے ضروری ہو تو پھر گیسوں کے مقابلے میں مائعوں میں لچک زیادہ ہے کیونکہ وہ بہت کم تغلیظ پذیر ہیں۔

ٹھوس اجسام میں لچک کے درجے مختلف ہوتے ہیں مثلاً شیشہ، فولاد، ہاتھی دانت، سنگ مرمر وغیرہ میں لچک بہت زیادہ ہوتی ہے۔ برخلاف اس کے سیسا، مٹی، چربی وغیرہ میں تقریباً مفقود ہی ہوتی ہے۔

ربڑ میں لچک کے حدود بہت وسیع ہیں۔ ربڑ کی رسی یا ڈوری کو کھینچ کر اس کا طول دوگنا یا تگنا کر دیا جائے تو بھی وہ اپنے اصلی طول پر واپس آجائیگی۔ لیکن اگر ایک خاص حد سے زیادہ کھینچ دی جائے یا بار بار کھینچی جائے تو اس میں مستقل تغیر پیدا ہو جاتا ہے۔ ربڑ کے مقابلے میں شیشہ زیادہ لچکدار ہے لیکن اس کے حدود تنگ ہیں۔ چنانچہ سوائے پتلی پٹیوں یا باریک ڈوروں کے وہ کسی اور صورت میں بغیر ٹوٹے خم نہیں کھاتا۔ گیسوں اور مائعوں میں اس قسم کے کوئی حدود نہیں ہوتے۔ یعنی جب کبھی تغیر پیدا کرنے والا دباؤ دور ہو جاتا ہے تو وہ فوراً اپنا اصلی حجم حاصل کر لیتے ہیں۔

ٹھوسوں کی لچک کو ذیل کے تجربے سے دکھلایا جا سکتا ہے:-

سیاہ سنگ مرمر کا ایک پالش شدہ بلاک لو۔ اس پر تیل کی ایک پتلی تہہ چڑھا دو۔ اب اس بلاک پر مختلف بلندیوں سے شیشے کی ایک گولی گراؤ۔ ہر مرتبہ وہ بازگشت کرے گی اور ہر مرتبہ جس بلندی سے گری تھی اس سے کچھ ہی کم بلندی تک پہونچے گی۔ تیل کے اوپر ہر مرتبہ ایک دائرہ سا بن جائے گا۔ اور گولی جتنی زیادہ بلندی سے گرے گی یہ دائرہ اتنا ہی بڑا ہوگا۔ (شکل ۴) اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ ہر مرتبہ گرنے پر گولی چپٹی ہو جاتی ہے۔ اور اب چونکہ اسکے سالمے دب گئے اس لئے اس کے رد عمل کے نتیجہ کے طور پر گولی نے بازگشت کی۔

اس لچک کی بہت سی مثالیں روزمرہ کی زندگی سے حاصل ہوتی ہیں چنانچہ ذیل میں چند بیان کی جاتی ہیں۔

شکل ۴

بوتلوں کو بند کرنے کے لئے کارک اپنی لچک کی وجہ سے استعمال ہوتے ہیں۔ جب وہ بوتل کی گردن میں داخل کئے جاتے ہیں تو وہ دب جاتے ہیں۔ پھر چونکہ اپنی لچک کی وجہ سے گردن کی دیواروں کو پکڑ لیتے ہیں اس لئے بوتل اچھی طرح بند ہو جاتی ہے۔

ٹینس کے گیند اور اس جیسے دوسرے گیندوں میں ہوا ہوتی ہے۔ جس کی لچک کی وجہ سے گیند اچھلتے ہیں۔ یہ گیند ربڑ کے ہوتے ہیں۔ جب وہ زمین پر گرتے ہیں یا کسی دیوار پر پڑتے ہیں تو ان کا حجم کم ہو جاتا ہے اور جو ہوا ان کے اندر ہوتی ہے وہ دفعتاً دب جاتی ہے۔ لہذا لچک کی وجہ سے وہ پھیلتی ہے اور کمانی کی طرح کام دیتی ہے جس کی وجہ سے گیند بازگشت کرتا ہے۔ ہوائی گدوں میں بھی کچھ ایسی ہی صورت ہوتی ہے۔ چونکہ وہ ہوا بند ہوتے ہیں اور ہوا سے بھرے ہوتے ہیں اس لئے وہ دبتے بھی خوب ہیں اور لچکدار بھی خوب ہوتے ہیں۔ اس طرح یہ گدے بیٹھنے میں بہت نرم معلوم ہوتے ہیں۔

گاڑیوں، گھڑیالوں وغیرہ میں کمانیوں کا استعمال فولاد کی لچک پر منحصر ہوتا ہے اسی بناء پر گدوں اور تکیوں میں اون، بال اور پروں کی لچک سے کام لیا جاتا ہے۔ ریل کی گاڑیوں میں جو مرغولہ دار فولادی کمانیاں استعمال ہوتی ہیں وہ بھی اسی کی مثال ہے۔

ستار، سارنگی، پیانو وغیرہ باجوں میں تار اپنی لچک ہی کی وجہ سے مرتعش ہوتے ہیں جن سے لچک پیدا ہوتی ہے۔
لچک کے متعلق مزید بیان آئندہ کے کسی باب میں کیا جائے گا۔

اتصال قوت اتصال یا سالمی جذب سے مراد وہ قوت ہے جو ایک ہی شئے کے دو متصل سالموں کو متحد کرے، مثلاً پانی کے دو سالموں کو یا لوہے کے دو سالموں کو۔

ٹھوسوں میں قوت اتصال سب سے زیادہ ہوتی ہے، مائعوں میں اُن سے کم اور گیسوں میں قریب قریب ہوتی نہیں۔ تپش کے بڑھنے سے یہ قوت گھٹ جاتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ جب ٹھوس اجسام گرم کئے جاتے ہیں تو پہلے وہ پھیلتے ہیں، پھر مائع بنتے ہیں اور بالآخر گیسی حالت میں آجاتے ہیں، بشرطیکہ حرارت کی وجہ سے ان میں کوئی کیمیاوی تغیر نہ پیدا ہو۔

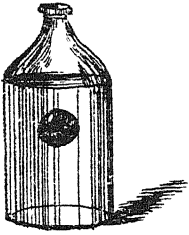
قوت اتصال نہ صرف اجسام کی نوعیت کے ساتھ بدلتی ہے بلکہ ان کے سالموں کی ترتیب کے ساتھ بھی۔ چنانچہ مزاجدار اور بے مزاج فولاد میں سالمی ترتیب ہی کا فرق ہے جو مزاجداری میں پیدا ہوجاتی ہے۔ لوچ، سختی اور تمدد جیسی خاصیتیں جو اجسام میں پائی جاتی ہیں وہ اسی قوت کے تغیرات کا نتیجہ ہیں۔

ٹانکا لگانا بھی اسی اتصال پر منحصر ہے۔ دھاتوں کی سطحیں چونکہ اکثر زنگ آلود ہوتی ہیں اس لئے ترشہ یا سہاگہ کی ایک تہہ اُن پر چڑھادی جاتی ہے۔ جب سطحیں صاف ہوجاتی ہیں تو ٹانکا ان ہی صاف دھاتی سطحوں کو پکڑ لیتا ہے۔

مائع بڑی مقداروں میں ہوں تو قوت جاذبہ قوت اتصال پر غالب رہتی ہے اس لئے جاذبہ کی قوت کے تحت مائعوں میں کوئی خاص شکل نہیں رہنے پاتی۔ اس لئے وہ ہمیشہ ظرف کی شکل اختیار کرلیتے ہیں۔ لیکن جب اُن کی مقدار تھوڑی ہوتی ہے تو اتصال کی قوت غالب آجاتی ہے اور اس لئے مائع کرہ نمائی شکل اختیار کرتے ہیں۔ یہ کیفیت بارش کے قطروں اور پتیوں پر شبنم کے قطروں کی ہوتی ہے۔ اور جب کوئی مائع ایسے ٹھوس پر رکھا جائے جس کو وہ تر نہیں کرتا تو بھی یہی کیفیت پیدا ہوتی ہے۔ مثلاً لکڑی پر پارا۔ اگر لکڑی پر لائیکو پوڈیم جیسا کوئی ہلکا سفوف چھڑک دیا جائے اور پھر پانی ڈالا جائے تو وہ بھی قطرہ قطرہ بن جائے گا۔ کارخانوں میں خاص برجوں کی چوٹیوں پر چھلنی میں سے جب پگھلا ہوا سیسا گرایا جاتا ہے تو وہ کروی قطروں کی شکل اختیار کرلیتا ہے۔ یہی قطرے سیسے کے چھرے کہلاتے ہیں۔

اتصال کی توضیح کے لئے ذیل کا تجربہ بہت موزوں ہے:۔

روغن زیتون کو رنگین کرکے نالچہ کے ذریعہ الکوہل اور پانی کے ایک آمیزے میں داخل کرو۔

الکوہل اور پانی کو اس نسبت سے ملاؤ کہ آمیزے کی کثافت اضافی وہی ہو جو روغن زیتون کی۔ (شکل ۵) اس صورت میں روغن زیتون آمیزے میں نہیں ملتا بلکہ کرہ کی شکل میں معلق رہتا ہے۔ اگر تجربہ احتیاط کے ساتھ کیا جائے تو ظرف کی گردن سے قطرہ کا قطر بڑا ہوگا۔

شکل ۵

بوتلوں سے جب مختلف مائع اونڈیلے یا گرائے جاتے ہیں تو قطروں کی جسامت ہر صورت میں ایک نہیں ہوتی۔ پانی کا قطرہ الکوہل کے قطرہ سے بڑا بنتا ہے۔ اور سب سے بڑا اس مائع کا قطرہ بنتا ہے جس میں اتصال سب سے زیادہ ہو۔ اس بنا پر مختلف مائعوں میں قوت اتصال کی پیمائش کے لئے ایک طریقہ اخذ کیا گیا ہے۔

الف الف یا کیمیاوی جذب سے مراد وہ قوت ہے جو ایسے سالموں کے درمیان عمل کرتی ہے جو ایک ہی قسم کے نہ ہوں۔

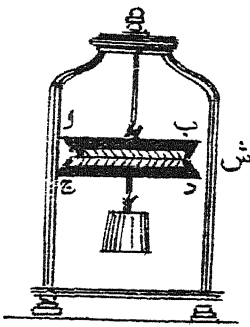
چنانچہ پانی میں، جو آکسیجن اور ہائڈروجن سے مل کر بنا ہے ان ہر دو اجزا کو ملانے والی قوت کیمیاوی الف ہی ہے، لیکن پانی کے دو سالموں کو ملانے والی قوت اتصال ہے۔ مرکب اجسام میں اتصال اور الف دونوں بہ یک وقت کام کرتی ہیں اور عناصر میں صرف اتصال سے بحث ہوتی ہے۔

احتراق یا جلنے کا مظہر اسی الف کیمیاوی کی بدولت رونما ہوتا ہے۔ جب کاربن جلتا ہے تو اسی الف کی بدولت وہ ہوا کی آکسیجن سے مل کر کاربن ڈائی آکسائڈ بناتا ہے۔ اسی الف کی وجہ سے عناصر ترکیب پاتے ہیں، جس سے نامیاتی اور غیر نامیاتی اشیاء کی ایک کثیر تعداد تھوڑے سے عناصر سے حاصل ہوتی ہے، ان اشیاء یا مرکبات میں سے اکثر روزمرہ ہمارے صرف میں آتی رہتی ہیں۔

جو اسباب اتصال کو ضعیف کرتے ہیں وہی الف کو قوی کرتے ہیں۔ چنانچہ تقسیم کرنے سے الف کے عمل میں سہولت واقع ہوتی ہے اور اشیاء کو مائع یا گیسی حالت میں لانے سے الف کو عمل کا اچھا موقع ملتا ہے۔ جب کوئی شے کسی مرکب سے جدا ہوتی ہے تو وہ نوزائیدہ حالت میں ہوتی ہے اس وقت وہ کمزور سے کمزور الف کا اثر قبول کرنے کے لئے تیار رہتی ہے۔ تپش میں اگر اضافہ

کر دیا جائے تو اس سے الف پر مختلف حالات میں مختلف اثرات مترتب ہوتے ہیں۔ بعض صورتوں میں اتصال کو کم کرنے اور سالموں کے درمیان فاصلہ بڑھا دینے سے حرارت اُن کے امتزاج میں ممد ہوتی ہے۔ چنانچہ گندھک اور آکسیجن، جو معمولی حالت میں ایک دوسرے پر عمل نہیں کرتے تپش بڑھا دینے پر فوراً مل جاتے ہیں۔ دیگر صورتوں میں حرارت مرکبات کو تحلیل کر دیتی ہے۔ چنانچہ اکثر دھاتی آکسائڈ مثلاً چاندی اور پارے کے حرارت پاکر گیس اور دھات میں تحلیل ہو جاتے ہیں۔

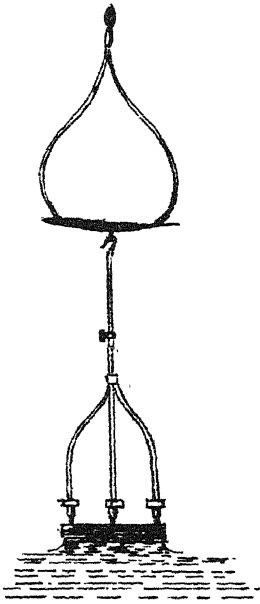
التصاق التصاق سے مراد وہ سالمی جذب ہے جو ایسے دو جسموں کے درمیان واقع ہو جن کی سطحیں تماس میں ہوں۔

اگر سیسے کی دو گولیاں چاقوؤں سے اس طرح کاٹی جائیں کہ دو مساوی اور پالش شدہ سطحیں بن جائیں اور پھر دونوں سطحوں کو تماس میں رکھا جائے تو وہ ایک دوسرے سے اتنی قوت کے ساتھ ملتصق ہو جائیں گی کہ ان کو جدا کرنے کے لئے ۳ یا ۴ اونس کی قوت درکار ہو گی۔ یہی تجربہ شیشے کی دو تختیوں کے ساتھ کیا جا سکتا ہے، بشرطیکہ وہ کامل طور پر مستوی ہوں اور ان کی سطحیں چمکدار اور پالش شدہ ہوں۔ چنانچہ شکل ۲۶ میں ش ش شیشے کی تختیاں ہیں جو دو چوبی فریموں ا ب اور ج د میں نصب ہیں۔ وہ ایک دوسرے کے اوپر ایک خاص دباؤ کے تحت سرکا دی جاتی ہیں۔ پھر وہ اس قوت سے ملتصق ہو جاتی ہیں کہ نہ صرف نیچے کی تختی ملحق رہتی ہے بلکہ اس کے علاوہ ایک وزن بھی سنبھل جاتا ہے۔ بعض صورتوں میں تو یہ التصاق اتنا زبردست ہوتا ہے کہ بغیر توڑے تختیوں کو علٰحدہ نہیں کیا جا سکتا۔ چونکہ خلاء میں بھی یہ تجربہ کامیاب ہوتا ہے اس لئے فضائی دباؤ اس کا سبب نہیں ہو سکتا۔ پس اسے سطحوں کے باہمی عمل کی طرف منسوب کرنا چاہیئے۔ جتنی زیادہ دیر تک سطحیں تماس میں رہیں، جتنا زیادہ دباؤ اُن پر ہو، اور اُن کا رقبہ جتنا زیادہ ہو اتنا ہی التصاق اُن کے درمیان زیادہ ہوتا ہے۔ اگر سطحیں پالش شدہ ہوں اور ہوا یا دھاتی آکسائڈ کی کوئی تہہ اُن کے اوپر نہ ہو تو التصاق کے لئے اور بھی اچھا ہوتا ہے۔

شکل ۲۶

یوں دیکھا جائے تو التصاق اور اتصال میں کوئی حقیقی فرق نہیں۔ چنانچہ جب ربڑ کی دو تازہ

تراشیدہ سطحیں ایک دوسرے پر دبائی جاتی ہیں تو وہ ایک زبردست قوت کے ساتھ ملتصق ہوجاتی ہیں۔ اور بالآخر مل کر ایک ہی ٹھوس بن جاتی ہیں۔ بالعموم التصاق کا اطلاق اس وقت کرتے ہیں جب کہ اجسام متماس مختلف نوعیت کے ہوں۔

التصاق ٹھوسوں اور مائعوں کے درمیان بھی واقع ہوتا ہے۔ اگر ہم شیشے کی ایک سلاخ پانی میں ڈالیں اور پھر اس کو نکالیں تو اس کے نیچے والے سرے پر پانی کا ایک قطرہ لگا ہوگا جو اس سے آویزاں رہتا ہے۔ قطرہ کا وزن اس کو جدا کرنا چاہتا ہے لیکن التصاق کی قوت وزن پر غالب آکر قطرہ کو قائم رکھتی ہے۔ ٹھوس اور مائع کے درمیان جو قوت التصاق ہوتی ہے وہ اس سے کہیں زیادہ ہوتی ہے جو ٹھوس اور ٹھوس کے درمیان ہوتی ہے چنانچہ شکل ۱۵ کے تجربے میں تختیوں کے درمیان تیل کی ایک تہہ دیدی جائے تو جدا کرنے پر ہر تختی میں تیل لگا رہتا ہے جس سے معلوم ہوا کہ جدا کرتے وقت تختیوں میں اتصال کی قوت تو مغلوب ہوجاتی ہے، لیکن تیل اور تختی کے درمیان التصاق مغلوب نہیں ہوتا۔ اور مائع ٹھوسوں سے اس وقت بھی ملتصق ہوتے ہیں جبکہ وہ ان کو تر نہیں کرتے۔ چنانچہ اگر ترازو کے ایک بازو سے شیشے کی ایک چکنی تختی افقاً آویزاں کی جائے، اور شکل ۱۶ کی طرح اس کا پاسنگ کیا جائے، پھر تختی کے نیچے پارا لایا جائے اس طرح کہ دونوں مس کرنے لگیں تو ترازو کے دوسرے پلڑے میں معتد بہ وزن رکھنا پڑے گا تاکہ تختی پارے سے علحدہ کی جاسکے۔

شکل ۱۶

اگر پانی پر ایک پٹرا ڈالا جائے اور اس کو انقصاباً اٹھانے کی کوشش کی جائے تو اس میں جو مزاحمت پیش آتی ہے وہ التصاق کا نتیجہ ہوتی ہے۔ گاڑھی مٹی یا دلدل میں چلنے پر جو دشواری پیش آتی ہے وہ بھی اسی کا نتیجہ ہوتی ہے۔ التصاق کی قوت اس وقت بالخصوص زیادہ قوی ہوتی ہے جبکہ کسی ٹھوس سے کوئی مائع مس کرے اور پھر

تبریدیا تبخیر کی وجہ سے وہ مائع منجمد ہوجائے۔ سریش یا سمنٹ وغیرہ سے جوڑنے کا عمل اسی پر منحصر ہے۔ سریش وغیرہ سے لکڑی کو جوڑنے میں التصاق مکمل ہوتا ہے۔ کیونکہ سطحوں کے مسامات سریش سے بھر جاتے ہیں، جس کی وجہ سے کوئی خالی جگہ نہیں رہنے پاتی۔ لہٰذا خشک ہونے پر لکڑی اور سریش مل کر ایک ہوجاتی ہیں۔ اسی طرح شیشے کے دو ٹکڑوں کو سمنٹ سے جوڑا جاتا ہے تو عمل کے احتیاط سے کئے جانے پر اکثر ایسا ہوتا ہے کہ سمنٹ کے مقابلے میں شیشے کے ٹکڑے زیادہ آسانی سے ٹوٹ جاتے ہیں۔

کمرے کی چھتوں اور دیواروں پر گرد کا جمع ہونا، کھریا یا سُرمہ کی پنسل سے لکھنا، اور اسی قبیل کے دوسرے امور سب کے سب التصاق کا نتیجہ ہیں۔ ان صورتوں میں اتنا ضرور ہے کہ ذرات بآسانی محو کئے جاسکتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ذرے صرف بالائی سطح سے ملتصق ہوتے ہیں روشنائی سے لکھنے یا آبی رنگوں سے نقش و نگار بنانے میں مائع معلق ٹھوسوں کو لئے ہوئے مسامات میں نفوذ کر جاتا ہے۔ اس لئے جب تبخیر سے مائع اُڑ جاتے ہیں تو ٹھوس کے ذرّات وہاں باقی رہجاتے ہیں۔

یہ التصاق ہی کا نتیجہ ہے کہ مائع جب کسی برتن سے انڈیلے جاتے ہیں تو وہ ظرف کے پہلوؤں پر پھسل جاتے ہیں۔ اس کو روکنے کے لئے ظرف کا بیرونی کنارہ چکنا کر دیا جاتا ہے یا پھر کسی ترکردہ شیشے کی سلاخ پر سے مائع کو اُترنے دیا جاتا ہے۔

ٹھوسوں اور گیسوں کے درمیان بھی التصاق کی قوت عمل کرتی ہے چنانچہ اگر کسی دھاتی تختی کو پانی میں ڈبویا جائے تو اس کی سطح پر بلبلے نمودار ہونے لگتے ہیں۔ چونکہ تختی کے مساموں میں ہوا کا گزر نہیں ہے اس لئے یہ بلبلے تختی سے خارج شدہ ہوا کی وجہ سے پیدا نہیں ہوئے بلکہ یہ اس ہوا کا نتیجہ ہیں جو تختی سے لگی رہی جس کو اس نے مثل مائع کے تر کر دیا۔

اس مکثف ہوا کی تہہ کے وجود کی متعدد مثالیں دی جاسکتی ہیں۔ چنانچہ اگر ہم معمولی شیشے کی تختی پر اُنگلی سے کوئی شکل بنائیں اور پھر شیشے پر پھونکیں تو وہ شکل دکھائی دینے لگے گی۔ ہوتا یہ ہے کہ پہلی سطحی تہہ تو دور ہوجاتی ہے، پھر جن حصوں سے یہ سطح دور ہوتی ہے اُن پر بخارات آبی کے مکثف ہونے سے شکل مرئی ہوجاتی ہے۔ اگر تختی پر پالش کر دی جائے جس سے یہ تہہ دور ہوجائے اور پھر اس پر ایک معمولی سکّہ رکھا جائے تو سکّہ کو ہٹا لینے اور شیشے پر پھونکنے سے سکّہ کا ٹھپہ نظر آنے لگے گا۔ یہاں گیس کی تہہ جو سکّہ پر تھی وہ شیشے پر منتشر ہوجاتی ہے اور اس لئے تختی گویا متغیر ہوجاتی

ہے۔ بالعکس اگر ایک سکہ کو پالش کر کے شیشہ کی معمولی تختی پر رکھا جائے تو جن حصوں کو وہ مس کرے گا وہاں سے وہ ہوا کی تہہ کو دور کر دے گا، اس لئے پھونکنے پر اس کا نقش نظر آ جائے گا۔

حرکت پذیری، حرکت، سکون حرکت پذیری سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے فضا میں کسی جسم کا محل بدل سکتا ہے۔

پس اگر جسم ایک محل سے دوسرے محل میں چلا جائے تو کہتے ہیں کہ جسم متحرک ہے یا حرکت میں ہے۔ اگر وہ ایک ہی محل پر قایم رہے تو کہتے ہیں کہ وہ ساکن ہے۔ حرکت اور سکون دونوں مطلق بھی ہو سکتے ہیں اور اضافی بھی۔

سکون مطلق سے مراد قطعی عدم حرکت ہے۔ لیکن کائنات میں سکون مطلق سے ہم واقف نہیں۔ کیونکہ زمین اور دیگر سیارے اپنے محور کے گرد اور سورج کے گرد گھومتے ہیں۔ اسلئے ان کے تمام اجزا ترکیبی اس حرکت میں اُن کے شریک رہتے ہیں۔ خود سورج میں محوری حرکت پائی جاتی ہے لہذا سکون مطلق کا کہیں وجود نہیں۔

ظاہری یا اضافی حرکت سے مراد جسم کی وہ حالت ہے جو اشیا یا ماحول کے لحاظ سے ثابت معلوم ہو، لیکن درحقیقت ان کے ساتھ دہری حرکت میں شریک ہو۔ چنانچہ ہو سکتا ہے کہ ریل میں بیٹھا ہوا مسافر خود اس گاڑی کی اضافت سے حالت سکون میں ہو۔ لیکن جن چیزوں (میدان، مکان، وغیرہ) کے پاس سے ریل گزرتی ہے اُن کے لحاظ سے وہ یقیناً حالت حرکت میں ہے۔ ان مکانوں وغیرہ میں بھی صرف اضافی سکون ہے۔ کیونکہ جس زمین پر وہ قایم ہیں وہ ہمارے نظام شمسی کا ایک حصہ ہے اور اس لئے اس میں ایک مسلسل حرکت ہے۔

مسافر کی مطلق حرکت کی پیمائش فضا میں کسی معین نقطہ کے لحاظ سے کی جا سکتی ہے۔ لیکن خارج میں کسی ایسے نقطہ کا وجود نہیں۔ قصہ مختصر یہ کہ ہم حرکت مطلق اور سکون مطلق سے واقف نہیں۔ فطرت میں ہمارے مشاہدے میں صرف اضافی حرکت اور سکون آتے ہیں۔ اضافی حرکت کے متعلق ہم کسی دوسرے باب میں مزید بحث کریں گے۔

جمود جمود سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے مادہ از خود اپنی حالت حرکت یا سکون کو نہیں بدل سکتا۔ اس کو استمرار بھی کہتے ہیں۔

جمود دراصل مادے کی ایک سلبی خاصیت ہے۔

روزمرہ کے مشاہدات سے یہ امر واضح ہے کہ کوئی جسم از خود حالت سکون سے حالت حرکت میں نہیں چلا جاتا۔ زمین پر گرتے وقت ایسا معلوم ہوتا ہے کہ اجسام خود حرکت میں آ جاتے ہیں۔ لیکن یہ کسی خاصیت کا نتیجہ نہیں ہے۔ بلکہ اس کا سبب جیسا کہ آئندہ بیان کیا جائے گا قوت جاذبہ ہے۔

جو اجسام حالت سکون میں ہیں وہ تو سکون میں رہتے ہی ہیں۔ لیکن جو اجسام کسی قوت کے تحت حرکت میں آ جاتے ہیں وہ بھی اپنی حرکت قائم رکھتے ہیں۔ ممکن ہے کہ یہ اصول بادی النظر میں سمجھ میں نہ آئے۔ کیونکہ ہم روزمرہ دیکھتے ہیں کہ ایک جسم پہلے آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے پھر اس کی حرکت تیز ہو جاتی ہے اور بالآخر وہ رُک جاتا ہے مثلاً بلیرڈ کا گیند۔ لیکن گیند کے اندر حالت سکون کو ترجیح دینے کا کوئی ذاتی میلان موجود نہیں۔ بلکہ اس کا سبب یہ ہے کہ جو حرکت اس کو پہونچائی جاتی ہے اس میں کپڑے کی رگڑ اور ہوا کی مزاحمت کی وجہ سے رکاوٹ پیدا ہوتی ہے۔ یہ مزاحمتیں جتنی کم ہوں گی حرکت اُتنے ہی طویل عرصہ تک قائم رہے گی۔ پس اگر تمام رکاوٹیں مثلاً سہاروں کی رگڑ اور ہوا کی مزاحمت وغیرہ دور کر دی جائیں تو جو جسم ایک مرتبہ حرکت میں آگیا وہ ہمیشہ حرکت میں رہے گا۔ صرف اجرام فلکی ہی میں اس قسم کی حالتوں سے سابقہ پڑتا ہے۔

جمود کے اثرات :- بہت سے مظاہر کی توجیہ مادے کے جمود سے ہو جاتی ہے۔ مثلاً

کسی خندق کو پھاندنے سے پہلے ہم اس کی طرف دوڑتے ہیں، تاکہ بوقت جست ہمارے جسموں کی حرکت ہماری عضلاتی قوت میں شریک ہو جائے۔

کسی چلتی گاڑی سے اگر ہم بے احتیاطی سے اتریں تو ہمارے جسم کے بالائی حصہ کی حرکت باقی رہتی ہے اور زمین کی رگڑ کی وجہ سے ہمارے پیر رُک جاتے ہیں۔ نتیجہ اس کا یہ ہوتا ہے کہ ہم گر پڑتے ہیں۔

اگر دوڑتے میں آدمی کا پاؤں ٹھوکر کھائے تو وہ آگے کی طرف گر پڑتا ہے یا گرنے کو ہوتا ہے۔ کیونکہ اس کا بقیہ حصہ جسم اپنی حرکت برقرار رکھتا ہے۔ جب گھوڑا سرپٹ بھاگ رہا ہو اور پھر وہ دفعتاً رک جائے تو سوار اپنے جمود کی وجہ سے گھوڑے کی گردن پر گر پڑتا ہے، اگر وہ زین پر مضبوطی سے نہ بیٹھے۔

ریلوں کے جو المناک حادثے ہوتے ہیں وہ بھی جمود کا نتیجہ ہوتے ہیں کیونکہ فرض کرو

کہ گاڑی پٹڑی سے اُتر گئی ہے تو انجن کی حرکت دفعتاً رک جائے گی۔ لیکن ریل کی گاڑیاں اپنی حاصل کردہ حرکت کو جاری رکھنے کی کوشش کرتی ہیں۔ اسی کوشش میں ایک دوسرے سے ٹکرا کر ٹوٹ جاتی ہیں۔

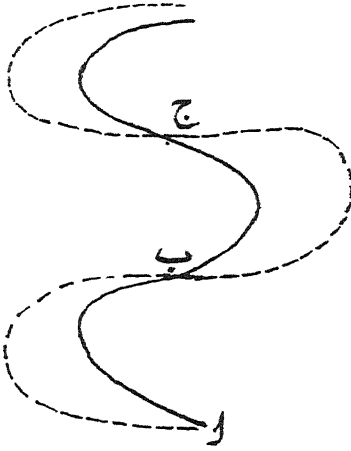
گولوں اور گولیوں کا عمل بھی جمود کی ایک مثال ہے۔ گولی دیوار میں اس وجہ سے گھستی ہے کہ بارود کے دھماکے سے اس میں جو رفتار پیدا ہو جاتی ہے اس کو وہ قائم رکھنے کی کوشش کرتی ہے۔ ہتوڑوں کی بھی کچھ ایسی ہی کیفیت ہوتی ہے۔

کسی چوڑے منہ کی بوتل پر اگر ایک کارڈ رکھا ہوا ور اس کارڈ پر ایک سکہ رکھا ہو تو کارڈ کو جلدی سے کھینچ لینے پر سکہ بوتل میں گر پڑتا ہے۔ کیونکہ کارڈ کی حرکت اتنی تیز ہوتی ہے کہ وہ سکہ میں منتقل ہونے نہیں پاتی۔ اسی طرح اگر کسی کارڈ کو ہم اپنی اُنگلی پر قائم کریں اور اس پر ایک سکہ رکھدیں تو دوسرے ہاتھ کی ضرب سے کارڈ کو نکال دینے پر سکہ اُنگلی پر قائم رہے گا۔

کسی کھڑکی کے شیشے پر گولی سر کی جائے تو شیشہ میں ایک صاف سوراخ ہو جائے گا حالانکہ ضرب اس سے کم کی ہو تو شیشہ پاش پاش ہو جاتا ہے۔ اسی طرح کسی تختے کو انتصاباً نصب کر دیا جائے تو بندوق کی گولی اس کو گرائے بغیر اس میں سے گزر سکتی ہے۔ حالانکہ اس کو گرانے کے لئے بہت ہی کم قوت کی ضرورت ہوتی ہے۔

کپڑوں یا دری وغیرہ سے گرد جھاڑنے کے لئے اس کو لکڑی سے مارنا، جوتے کی گرد دور کرنے کے لئے اس کو دوسرے جوتے سے ٹکرانا، یا دیوار پر ٹھوکر مارنا وغیرہ کی قسم کے جتنے افعال ہیں سب کا انحصار جمود کی خاصیت پر ہے۔

اسی جمود کا نتیجہ ہے کہ جب کوئی جسم خط مستقیم میں ہوتا ہے تو اس میں خط مستقیم میں چلنے کا اقتضا ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ کوئی متحرک جسم خواہ جاندار ہو یا بے جان، اپنی سمت حرکت کے علی القوائم نہیں مڑ سکتا۔

اس سمت میں مڑنے کے لئے اس کو ایک منحنی راستہ اختیار کرنا پڑتا ہے چنانچہ جانوروں میں اس کی مثالیں بہت ملتی ہیں۔ فرض کرو کہ ایک کتا ایک

خرگوش کے پیچھے دوڑ رہا ہے۔ شکل ۸۷ میں شکستہ خط سے کتے کا راستہ دکھلایا گیا ہے اور مسلسل خط سے خرگوش کا۔ مقامات ا، ب، ج، پر خرگوش چھوٹا ہونے کی وجہ سے جلد مڑ جاتا ہے، اور کتے کو مجبوراً زیادہ خم کھانا پڑتا ہے۔ اس میں خرگوش کے لئے سلامتی ہوتی ہے۔

شکل ۸۷

شیر اور ہاتھی جیسے درندے بھی دفعتاً مڑ نہیں سکتے۔ اس لئے ان کو بھی بہت کافی خم کھانا پڑتا ہے۔ چوگان بازی میں بھی گھوڑوں کو روک کر ایک سمت سے دوسری سمت میں لے جانے کے لئے کوشش کرنا پڑتی ہے۔ اور یہ تو ایک مشہور بات کہ گاڑیوں کو، خواہ وہ معمولی گاڑیاں، موٹریں ہوں یا ریل کی گاڑیاں، موڑنے کیلئے خم کی ضرورت ہوتی ہے۔

ستاروں پر بھی جمود کی حکومت ہے۔ وہ بھی اسی جمود کی وجہ سے سورج کے گرد لاکھوں برس سے گردش کر رہے ہیں۔ ان کی حرکت کو روکنے کے لئے نہایت عظیم الشان قوت کی ضرورت ہے۔ اسی کی بدولت زمین بھی اپنے محور پر گردش کر رہی ہے۔

نوعی خواص

سختی سختی سے مراد وہ خاصیت ہے جس کی رو سے ایک جسم دوسرے جسم کے عمل خراش کی مزاحمت کرتا ہے۔

سختی ایک اضافی خاصیت ہے، کیونکہ ایک جسم جو کسی جسم کے لحاظ سے سخت ہوتا ہے وہ دوسرے جسموں کے لحاظ سے نرم ہو سکتا ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ تین جسم ا، ب، ج، ہیں۔ ان میں سے فرض کرو کہ ا، ب کی سطح پر خراش پیدا کر دیتا ہے اور ب، ج

کی سطح پر ۔ تو کہتے ہیں کہ ا سخت تر ہے ب سے اور ب سخت تر ہے ج سے ۔ بنا بریں دو جسموں کی اضافی سختی اسی طرح معلوم ہوتی ہے کہ کون جسم کس جسم کی سطح پر خراش پیدا کرتا ہے۔ اس معیار پر ہیرا سخت ترین شے ہے، کیونکہ وہ سب اشیاء کی سطحوں پر خراش پیدا کر دیتا ہے، لیکن خود اس کی سطح پر کوئی شے خراش نہیں پیدا کرتی۔ اس اصول کی بناء پر سختی کا ایک پیمانہ مقرر کیا گیا ہے جو درج ذیل ہے :۔

(۱) موم (ٹیلک)
(۲) قلمی جپسم
(۳) کیلک اسپار
(۴) فلور اسپار
(۵) اپیٹائٹ
(۶) فل اسپار
(۷) کوارٹز (گار)
(۸) ٹوپاز
(۹) سیفائر (نیلم)
(۱۰) ڈائمنڈ (ہیرا)

چنانچہ ایک جسم، جو فل اسپار پر خراش پیدا کر دے اور خود کوارٹز سے خراش پائے۔ اس کی سختی ۶ و ۷ سے ظاہر ہو گی۔

خالص دھاتیں اپنی بھرتوں سے نرم تر ہوتی ہیں، یہی وجہ ہے کہ زیورات اور سکہ جات کے لئے سونا چاندی میں جو نرم دھاتیں ہیں تانبا ملا دیا جاتا ہے، تاکہ ان کی سختی میں اضافہ ہو جائے۔

کسی جسم کی سختی کو اس مزاحمت سے کوئی علاقہ نہیں جو وہ دھکے کی قوت کو پیش کرتا ہے۔ چنانچہ شیشہ اور ہیرا لکڑی سے بہت سخت ہیں لیکن ہتوڑے کی چوٹ کو لکڑی بہت زیادہ برداشت کر لیتی ہے۔ سخت اجسام کو اکثر پالش کے سفوف میں استعمال کیا جاتا ہے، مثلاً ایمری، سنگ جراحت وغیرہ۔ ہیرا چونکہ سب سے زیادہ سخت ہے اس لئے ہیرے ہی کا سفوف اس کو رگڑ دے سکتا ہے۔

سختی کی خاصیت ٹھوسوں کے ساتھ مخصوص ہے۔ اس خاصیت سے سابقہ زیادہ تر انجنیروں کو ہوتا ہے۔ چنانچہ کچھ عرصے سے اس پر روز افزوں توجہ کی جا رہی ہے۔ پس اوپر جو معیار سختی کا ہم نے درج کیا ہے وہ استعمال نہیں کیا جاتا، کیونکہ وہ کوئی علمی معیار نہیں ہے۔ اس کی بجائے سختی کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ وہ نفوذ کے خلاف مزاحمت کی طاقت کا نام ہے۔

پھوٹک پھوٹک سے مراد وہ خاصیت ہے جو بعض ٹھوسوں میں پائی جاتی ہے۔ جس کی رو سے وہ کوٹنے پر ٹکڑے ٹکڑے ہوجاتے ہیں۔

وہ اشیاء جن میں یہ خاصیت پائی جائے پھوٹک ہار کہلاتی ہیں مثلاً شیشہ، گندھک وغیرہ بہت سی اشیاء ایسی ہیں کہ ان کو اگر کسی بلند تپش تک گرم کیا جائے اور پھر ان کو دفعتاً ٹھنڈا کیا جائے تو وہ سخت اور پھوٹک ہار ہوجاتی ہیں۔ فولاد اس کی بہترین مثال ہے۔ دوسری دھاتیں بھی مثلاً بسمتھ، اینٹیمنی اور جست پھوٹک ہار ہیں۔ وہ آسانی سے سفوف بن جاتی ہیں۔

پھوٹک کی بہترین مثال قطرہ ہائے روپرٹ میں ملتی ہے۔ ان قطروں کو اس طرح حاصل کرتے ہیں کہ پگھلے ہوئے شیشے کو ٹھنڈے پانی میں ڈال دیتے ہیں۔ (شکل ۹)۔ جب ان میں سے کسی ایک قطرہ کی نوک توڑی جاتی ہے تو کل کا کل قطرہ سفوف بن کر گر پڑتا ہے۔

شکل ۹

تورق تورق سے مراد وہ خاصیت ہے جو بعض ٹھوسوں میں پائی جاتی ہے، جس کی رو سے وہ کوٹنے پر چادر کی طرح چپٹی ہوجاتی ہیں۔

وہ اشیاء جن میں یہ خاصیت پائی جاتی ہے متورق کہلاتی ہیں۔ تپش بڑھا دینے سے تورق کی خاصیت بہت کچھ بڑھ جاتی ہے، چنانچہ گرم لوہا سرد لوہے کے مقابلے میں آسانی سے کوٹا جاسکتا ہے۔ سونا، چاندی، سیسا وغیرہ دوسری متورق اشیاء ہیں۔

سب سے زیادہ متورق سونا ہے۔ یہ معمولی تپشوں پر بھی متورق ہوتا ہے۔ چنانچہ سونے کے ورقوں سے ہر شخص واقف ہے کہ سونے کو کوٹ کر بنائے جاتے ہیں۔ سونے کے ...... ۳ ورق ہوں تو اُن کی دبازت ایک انچ کے مساوی ہوتی ہے۔ اس کے بعد چاندی ہے کہ اس کے ورق بھی بہت باریک تیار ہوتے ہیں۔

تمدد تمدد سے مراد وہ خاصیت ہے جو بعض ٹھوسوں میں پائی جاتی ہے، جسکی رو سے وہ کھینچنے پر تار کی شکل اختیار کرلیتے ہیں۔

وہ اشیاء جن میں یہ خاصیت پائی جاتی ہے متمدد کہلاتی ہیں۔ مثلاً پلاٹینم، سونا، چاندی

وغیرہ۔ سونے چاندی کے تاروں سے ہر شخص واقف ہے، لیکن سب سے زیادہ متمدد شے پلاٹینم ہے۔ چنانچہ پلاٹینم کے تار ۰۰۰۰۳ء۰۰۱ اِنچ قطر کے تیار کئے گئے ہیں۔

بعض اشیاء مثلاً مٹی، موم وغیرہ معمولی تپشوں پر اس قدر متمدد ہوتی ہیں کہ ان کو کھینچا اور چپٹا کیا جاسکتا ہے اور انگلیوں کے ذریعہ ان کو ہر شکل دی جاسکتی ہے۔ بعض دوسری اشیاء مثلاً رال اور شیشہ ایسی ہوتی ہیں کہ اس مقصد کے لئے ان کو حرارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ شیشہ تو اتنا متمدد ہوجاتا ہے کہ اس کے باریک ڈورے بنائے جاسکتے ہیں جن کو کپڑے کی طرح بُنا جاسکتا ہے۔ چنانچہ اس قسم کے ڈورے دار شیشے کھڑکیوں دروازوں وغیرہ کے لئے بازار میں ملتے ہیں۔

قلمیت قلمیت سے مراد وہ خاصیت ہے جو بعض ٹھوسوں میں پائی جاتی ہے جس کی رو سے ان میں ایک معین ہندسی شکل پائی جاتی ہے۔

وہ اشیاء جن میں یہ خاصیت پائی جاتی ہے قلمی کہلاتی ہیں۔ مثلاً نمک، شکر، توتیہ وغیرہ۔ جن اشیاء میں یہ خاصیت نہ ہو ان کو نقلما کہتے ہیں جیسے آٹا، ریت وغیرہ۔

جو خواص ہم نے اوپر بیان کئے وہ سب ٹھوسوں کے ساتھ مخصوص ہیں۔ جو خواص کہ مائعوں اور گیسوں کے ساتھ مخصوص ہیں۔ اُن کو ہم اپنی اپنی جگہ آئندہ بیان کریں گے۔ اور ٹھوسوں کے دیگر خواص بھی ہم آئندہ بیان کریں گے۔

تیسرا باب
طبیعی مقداریں اور اُن کی پیمائشیں

طبیعی قدریں ہر طبیعی مقدار کی ایک معین قدر ہوتی ہے۔ اگرچہ بعض صورتوں میں ہم اس کی پیمائش صحت کے ساتھ نہ کر سکیں۔ طبیعی مقدار کی نوعیت خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو، اس کی قدر کی پیمائش کے لئے ہم کو اس طبیعی مقدار جیسی ایک مقدار کی ضرورت ہوتی ہے جس کو ہم اس خاص مقدار کے لئے اکائی کہتے ہیں۔ پھر ہم کہتے ہیں کہ دی ہوئی مقدار میں اکائی اتنی مرتبہ شامل ہے۔

چنانچہ کسی معین طول کی قدر کی پیمائش کے لئے ہم اکائی کے طور پر ایک معیاری طول لے لیتے ہیں۔ فرض کرو کہ گز، اور پھر یہ دریافت کرتے ہیں کہ یہ طول دئے ہوئے طول میں کتنی مرتبہ شامل ہے۔ فرض کرو کہ لا مرتبہ شامل ہے۔ اب لا خواہ عدد صحیح ہو یا کسر واجب یا غیر واجب، ہم یہ کہیں گے کہ معین طول لا گز ہے پس معلوم ہوا کہ کسی طبیعی مقدار کے نتیجہ کو دو حصوں میں بیان کیا جاتا ہے۔ ایک حصہ تو وہ جو خالص عدد ہوتا ہے جس کو گنتی کہتے ہیں۔ جس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ دی ہوئی مقدار میں اکائی کتنی مرتبہ شامل ہوتی ہے۔ دوسرا حصہ وہ جو استعمال کردہ اکائی کا نام ہوتا ہے۔ طبیعی مقدار کی ہر پیمائش کو ان ہی دو حصوں پر مشتمل ہونا چاہیئے ورنہ نتیجہ مبہم رہے گا۔ چنانچہ اگر ہم یہ کہیں کہ یہ طول تین ہے تو اس سے سامع کو اس کا علم نہیں ہوتا کہ یہ طول ۳ انچ ہے، ۳ فٹ ہے یا ۳ میل ہے۔

اکائیاں چونکہ ہر طبیعی مقدار کی قدر اسی جیسی ایک اکائی کی اضافت سے پیمائش کی جاتی ہے۔ اس لئے معلوم ہوا کہ جتنی قسم کی مقداریں ہیں اُتنی ہی قسم کی اکائیاں ہیں۔ لیکن اگر مختلف آدمی اپنی پیمائشوں میں اکائیاں مختلف استعمال کریں تو بڑی دقت پیدا ہو جائے گی، اس لئے اکثر صورتوں میں رواج یا قانون کے ذریعہ اکائی

مقرر کردی گئی ہے۔ ایسی اکائی کو معیاری اکائی کہتے ہیں۔

اساسی اور ماخوذ اکائیاں ہر صورت میں جو اکائی منتخب کی جاتی ہے اس کی قدر کچھ زیادہ عرصہ نہیں گزرا کہ من مانی ہوتی تھی۔ لیکن علوم طبیعہ میں جو ترقیاں ہوئی ہیں اُن سے پتہ چلتا ہے کہ مختلف قسم کی طبیعی قدروں میں چند علاقے پائے جاتے ہیں، جن کے استعمال سے ہم بقیہ طبیعی مقداروں کی اکائیوں کی قدریں معین کرسکتے ہیں۔ خود ان طبیعی مقداروں میں دو خاصیتوں کا پایا جانا ضروری ہے۔ ایک تو یہ کہ ان کی اضافت سے تمام دیگر مقداروں کو بیان کرنا ممکن ہو دوسرے یہ کہ ان اساسی مقداروں کو ایک دوسرے کی اضافت سے بیان کرنا ممکن نہ ہو۔

پس وہ اکائیاں جو اکائیوں کے ایک پورے نظام کے لئے بہ طور بنیاد منتخب کی جائیں، اساسی اکائیاں کہلاتی ہیں۔ اور وہ اکائیاں جن کی قدر کی تعین کے لئے ہم زیر بحث طبیعی مقدار اور اساسی اکائیوں کے درمیان علاقوں کو کام میں لائیں ماخوذ اکائیاں کہلاتی ہیں۔ بالفاظ دیگر یہ تمام ماخوذ اکائیاں اساسی اکائیوں کی اضافت سے بیان کی جاسکتی ہیں۔

تین مقداریں ایسی ہیں جن میں مذکورہ بالا صفات پائی جاتی ہیں۔ لہٰذا ان ہی سے ہم اپنی اساسی اکائیاں حاصل کرتے ہیں۔ یہ مقداریں طول، کمیت اور وقت ہیں۔

کسی خط مستقیم کے طول سے مراد اس کے سروں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

کسی جسم کی کمیت سے مراد اس کے اندر کی مادّے کی مقدار ہے۔

وقت سے مراد مقدار حرکت ہے۔

پس طول، کمیت اور وقت کی اکائیاں اساسی اکائیاں ہیں۔ باقی تمام اکائیاں ماخوذ اکائیاں ہیں۔

اکائیوں کے نظام جب ہمارے پاس اکائیوں کا ایک ایسا مجموعہ ہو جس میں چند اکائیاں تو اساسی ہوں اور باقی دیگر اکائیاں ان سے ماخوذ ہوں تو اس مجموعہ کو ہم اکائیوں کا مطلق نظام کہتے ہیں۔ پھر ان کی بنیاد پر جو پیمائشیں کی جاتی ہیں وہ مطلق اکائیوں میں پیمائشیں کہلاتی ہیں۔ مطلق کا استعمال یہاں پر اضافی کے مقابلہ میں کیا گیا ہے۔ بدیں وجہ مطلق کو یہاں مشاہدات یا عدم مشاہدات سے

کوئی تعلق نہیں۔

اکائیوں کے مطلق نظام متعدد ہو سکتے ہیں۔ ان کا انحصار اس پر ہے کہ ہم اساسی اکائیاں کون سی منتخب کرتے ہیں۔ پھر اس پر کہ ان اساسی اکائیوں کے لئے ہم قدر کون سی اختیار کرتے ہیں، اور نیز اس پر کہ اساسی اکائیوں سے ماخوذ اکائیوں کو اخذ کرنے کے لئے ہم کون سے علاقے استعمال کرتے ہیں۔ چنانچہ اساسی اکائیاں ہم طول، وقت اور کمیت لے سکتے ہیں، یا طول، قوت اور وقت طول، توانائی اور وقت، یا طول، کمیت اور قوت۔ پھر طول کی اکائی کو ہم گز، اپخ، میل، یا میٹر مان سکتے ہیں۔

لیکن عملی طور پر یہ طے کر لیا گیا ہے کہ ہم اساسی اکائیاں طول، کمیت اور وقت ہی مانیں گے۔ اور طول کی اکائی کو سینٹی میٹر، کمیت کی اکائی کو گرام، اور وقت کی اکائی کو ثانیہ تسلیم کریں گے۔ پس ان اکائیوں سے جو نظام تیار ہوتا ہے، وہ س۔گ۔ ث (سنٹی میٹر۔گرام، ثانیہ) نظام کہلاتا ہے۔ اس کو میتری یا فرانسیسی نظام بھی کہتے ہیں۔ اسی کو بین قومی حیثیت حاصل ہے۔ اس کتاب میں یہی نظام استعمال کیا جائے گا جب تک کہ اس کے خلاف تشریح نہ ہو۔

اس کے مقابل میں ایک دوسرا نظام ہے جس میں طول کی اکائی فٹ ہے، کمیت کی پونڈ اور وقت کی ثانیہ۔ لہذا اس نظام کو ف، پ، ث (فٹ، پونڈ، ثانیہ) نظام کہتے ہیں۔ اس کو انگریزی نظام بھی کہتے ہیں۔ اس کا استعمال زیادہ تر سلطنت برطانیہ میں ہے۔

ایک اور نظام بھی مطلق اکائیوں کا ہے، جس میں اکائیاں طول، وقت اور قوت کی ہوتی ہیں، اس کو تجاذبی نظام کہتے ہیں۔ اس کو زیادہ تر برطانوی انجنیر استعمال کرتے ہیں۔ لیکن اوپر کے دونوں نظام کثیر الاستعمال ہیں۔ اب ہم ان دونوں نظاموں کی اکائیاں مختصراً بیان کرتے ہیں۔

طول کی اکائیاں | سلطنت برطانیہ میں طول کی دو اکائیاں معیاری مانی جاتی ہیں ایک تو گز دوسرے میٹر۔

گز کی تعریف حسب قانون پارلیمان حسب ذیل ہے:۔

"لندن کے معیار خانے میں کانسے کی ایک سلاخ پر سونے کی دو کھونٹیوں پر عرضی خطوط کے مرکزوں کے درمیان فاصلہ یا خط مستقیم معیاری گز تسلیم کیا جائیگا۔ اور اس کی تپش ۶۲° ف ہوگی۔"

اس گز کی مستند نقلیں شاہی دارالضرب، لندن کی انجمن شاہی، گرینوچ کی رصدگاہ شاہی اور ایوانہائے پارلیمان میں موجود ہیں کہ اگر اصل کھو جائے یا ضائع ہو جائے تو یہ نقلیں کام دے سکیں۔ ہندوستان کے لئے اس گز کی نقلیں بمبئی اور کلکتہ میں موجود ہیں۔

دوسری اکائی جو استعمال ہوتی ہے وہ میٹر ہے۔ میٹر جمہوریہ فرانس کے ایک قانون کی بدولت وجود میں آیا۔ چنانچہ اس قانون کی بدولت میٹر کی تعریف حسب ذیل ہے:۔

پیرس میں سے گزرنے والے معدل النہار کی سمت میں زمین کی سطح پر خط استواء سے قطب شمالی تک فاصلے کا ایک کروڑواں ($\frac{1}{10^7}$) حصہ میٹر کہلائے گا۔

لیکن میٹر کی تعریف اب یہ ہے کہ وہ پیرس کے معیار خانے میں رکھی ہوئی پلاٹنیم کی ایک سلاخ کا طول ہے جبکہ تپش ۰° م ہو۔

اس نئی تعریف کی ضرورت اس وجہ سے پیش آئی کہ زمین کا ربع محیط اب زیادہ صحیح تر طریقہ سے پیمائش کیا گیا تو میٹر کی نسبت صحیح نہیں ٹھیرتی۔ لہذا ہر تصحیح کے وقت میٹر کو بدلنے کی بجائے اس کو ایک ہی مرتبہ از روئے قانون معیّن کر دیا گیا ہے۔

اگرچہ میٹر اور گز اکائی ہونے کی حیثیت سے مساوی ہیں، تاہم چونکہ میٹر کے حصے اور اس کے صنعت عشری نظام سے مربوط ہیں، اس لئے بطور معیار کے میٹر کو ترجیح حاصل ہے کہ اس میں ایک اکائی سے دوسری اکائی میں تحویل آسان ہے یہی وجہ ہے کہ مجلس برطانوی کی کمیٹی کی سفارشات کی بنا پر علمی اغراض کیلئے سنٹی میٹر کو طول کی اکائی مانا جاتا ہے۔

ہر دو نظاموں کے طولی پیمانے بہت مشہور ہیں اس لئے یہاں نظرانداز کئے جاتے ہیں۔

اس کے کم کی مقداروں کی پیمائش کے لئے ذیل کی اکائیاں مروّج ہیں:۔

مائکرون = ملی میٹر کا ہزارواں حصّہ = ۰٫۰۰۱ ملی میٹر = ۱۰^-۳^ مم
مائکرو ملی میٹر = ،، ،، دس لاکھواں حصّہ = ۰٫۰۰۰۰۰۱ ملی میٹر = ۱۰^-۶^ مم
عشر میٹر = انگسٹرامی اکائی = مائکرو ملی میٹر کا دسواں حصّہ = ۰٫۰۰۰۰۰۰۱ = ملی میٹر = ۱۰^-۷^ مم
امیٹر = ۱۰^۱۰^ - انگسٹرامی اکائی

مائکرون کے لئے اکثر علامت μ استعمال کی جاتی ہے۔ اور مائکرو ملی میٹر کے لئے μμ۔

کمیت کی اکائیاں | انگریزی نظام میں کمیت کی اکائی اپونڈ ہے۔ اور میٹری نظام میں کلوگرام۔

معیاری پونڈ لندن کے معیار خانے میں رکھے ہوئے پلاٹینم کے ایک ٹکڑے کی کمیت ہے۔ اور کلوگرام پیرس میں پلاٹینم کے ایک معیار کی کمیت ہے۔

س۔گ۔ث اکائی ایک کلوگرام کا ہزارواں حصّہ ہے۔ جس کو گرام کہتے ہیں۔ گرام کے حصے اور صعف ان ہی سابقوں اور لاحقوں سے بنتے ہیں اور اُن میں وہی رشتہ پایا جاتا ہے جو طولی پیمانوں میں ہوتا ہے۔ یہاں ہم ہر دو نظاموں کا باہمی علاقہ بتلانا چاہتے ہیں، چنانچہ

اکلوگرام = ۲٫۲۰۴۶۲۲۳ پونڈ
= ۱۵۴۳۲٫۳۵۶ گرین

اپونڈ = ۴۵۳٫۵۹۲۴۳ گرام
ااونس = ۲۸٫۳۴۹۵۲ ،،
} اگرین = ۶۴٫۷۹۸۹۲ ملی گرام۔

وقت کی اکائیاں | انگریزی اور میٹری دونوں نظاموں میں وقت کی اکائی اوسط شمسی ثانیہ ہے۔ اوسط شمسی ثانیہ اوسط شمسی یوم کا ۸۶۴۰۰ واں حصّہ ہوتا ہے۔ اوسط شمسی یوم سے مراد کسی مقام پر سال تمام میں معدل النہار پر سے سورج کے دو متواتر مُروروں کے درمیان مدّت ہے۔

وقت کی پیمائش کے لئے زمین کی محوری گردش کا استعمال کچھ زیادہ قابل اعتراض نہیں۔ کیونکہ اوسط شمسی یوم زمین کی محوری گردش کے سُست ہونیکی وجہ سے طویل تر ہوتا جاتا ہے۔ اس اعتراض کو رفع کرنے کے لئے یہ تجویز کیگئی ہے

کہ کسی عنصر مثلاً سوڈیم کے جوہر کی مدت ارتعاش کو وقت کی اکائی مانا جائے۔ کیونکہ اس مدت میں کوئی تغیر معلوم نہیں ہو سکا ہے۔ لیکن اس کا ابھی رواج نہیں ہوا ہے۔

زاویئی پیمائش کی اکائیاں زاویہ کی پیمائش کے لئے جو اکائی عام طور پر استعمال ہوتی ہے وہ درجہ کہلاتی ہے۔ ۹۰ درجہ مل کر ایک زاویہ قائمہ بنتا ہے۔ پس ایک پورے دور میں چار زاویہ قائمہ یا ۳۶۰ درجے ہوئے۔ ہر درجہ جیسا کہ معلوم ہے ۶۰ دقیقوں میں تقسیم کیا جاتا ہے اور ہر دقیقہ ۶۰ ثانیوں میں۔ ان کے لئے جو علامتیں مقرر ہیں وہ ۱۰° ۲۰َ ۳۰ً سے ظاہر ہے، جو ۱۰ درجے ۲۰ دقیقے ۳۰ ثانیے پڑھا جاتا ہے۔

زاویہ کے لئے ایک دوسری اکائی بھی سائنس میں بکثرت مستعمل ہے۔ اس کو نیمقطری کہتے ہیں۔ اگر کسی دائرے کے محیط کی ایک قوس طول میں نصف قطر کے برابر لی جائے تو یہ قوس دائرے کے مرکز پر ایسا زاویہ بنائے گی جو ایک نیمقطری کے برابر ہوگا۔ جب نیمقطری اکائی قرار دی جائے تو کہا جاتا ہے کہ زاویہ 'قوسی پیمانہ' یا 'دائری پیمانہ' پر پیمائش کیا گیا۔

اگر کسی دائرے کی قوس کا طول = ل

اور " کا نصف قطر = ن

تو اس قوس سے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے وہ = $\frac{ل}{ن}$

جب ل = ن تو زاویہ حسب تعریف ایک نیمقطری کے برابر ہو جاتا ہے۔

چونکہ دائرہ کا محیط = ۲ π ن

∴ اس قوس سے مرکز پر جو زاویہ بنے گا وہ = $\frac{۲\pi ن}{ن}$ = ۲ π

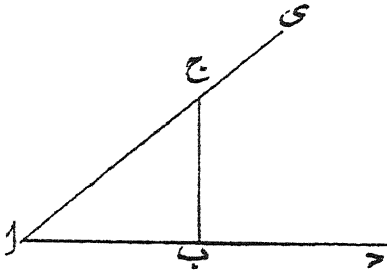
لیکن محیط سے مرکز پر جو زاویہ بنتا ہے وہ = ۳۶۰°

∴ ۲ π نیمقطری = ۳۶۰° ∴ π نیمقطری = ۱۸۰°

∴ ۱ " = $\frac{۳۶۰}{۲\pi}$ = ۵۷٫۲۹۵۸° = ۵۷° ۱۷َ ۴۴٫۸۸ً

اور ۱ درجہ = ۰٫۰۱۷۴۵۳ نیمقطری۔

مثلثی نسبتیں طبیعیات میں اکثر حسابی عملوں میں زاویہ کی قیمت درجے یا نیمقطریوں میں بیان کرنے کی بجائے ہم اس کے لئے ایک ایسی نسبت بیان کرتے ہیں جس سے وہ معین ہو جاتا ہے۔

یہ نسبت مثلثی نسبت کہلاتی ہے۔ طبعیات میں جو چند نسبتیں زیادہ تر مستعمل ہیں ہم اُن ہی کو یہاں بیان کردیں گے۔ بقیہ نسبتوں کے لئے علم مثلث مستوی کی کسی کتاب کو دیکھنا چاہیئے

فرض کرو کہ د اٌ ی ایک زاویہ ہے۔ (شکل ۱۰) اس کے بازو ا ی پر ایک نقطہ ج لو اور اس سے ایک عمود ج ب گراؤ تو علم ہندسہ کی مدد سے ثابت کیا جا سکتا ہے کہ نسبت $\frac{\text{ب ج}}{\text{ا ب}}$ مستقل رہتی ہے خواہ نقطہ ج کہیں بھی ا ی پر لیا جائے بشرطیکہ زاویہ د اٌ ی نہ بدلے۔ پس اس نسبت کا نام زاویہ د اٌ ی کا جیب رکھا گیا ہے۔ اسی طرح دوسری نسبتیں بھی حاصل ہوتی ہیں جن کو ہم ذیل میں درج کرتے ہیں :۔

ی ج ا ب د

شکل ۱۰

واضح رہے کہ جب مثلث ا ب ج کو لیا جاتا ہے، تو چونکہ ا ب ج قائمہ ہے اسلئے ا ب کو قاعدہ ب ج کو عمود اور ا ج کو وتر کہتے ہیں۔ پس ہم حسب ذیل مثلثی نسبتیں استعمال کریں گے :۔

جیب ب اٌ ج = $\frac{\text{عمود}}{\text{وتر}} = \frac{\text{ب ج}}{\text{ا ج}}$ = جب ب اٌ ج

جیب التمام ب اٌ ج = $\frac{\text{قاعدہ}}{\text{وتر}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ا ج}}$ = جم ب اٌ ج

مماس ب اٌ ج = $\frac{\text{عمود}}{\text{قاعدہ}} = \frac{\text{ب ج}}{\text{ا ب}}$ = مس ب اٌ ج

مماس التمام ب اٌ ج = $\frac{\text{قاعدہ}}{\text{عمود}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ب ج}}$ = مم ب اٌ ج

ان نسبتوں کی قیمتیں بعض زاویوں کے لئے بہ آسانی اخذ کی جا سکتی ہیں۔ لہذا یاد رکھنے کی غرض سے ہم ان کو یہاں درج کرتے ہیں :۔

جب $0^\circ =$ جم $0^\circ = 1$ مس $0^\circ = 0$

جب $30^\circ = \frac{1}{2}$ جم $30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ مس $30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$

جب $45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$ جم $45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$ مس $45^\circ = 1$

جب $60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ جم $60^\circ = \frac{1}{2}$ مس $60^\circ = \sqrt{3}$

جب ۹۰° = ۱   جم ۹۰° = ۰   مس ۹۰° = ∞

جب ۱۸۰° = ۰   جم ۱۸۰ = -۱   مس ۱۸۰° = ۰

ان کے علاوہ جن زاویوں کے لئے قیمتیں حاصل کرنا ہوں تو اُن کو جدول نامہ سے حاصل کرنا چاہیئے۔

اب اگر ج ب (شکل ۱۱) ایک دائرے کی قوس ہو جس کا مرکز ا ہے، اور جس کا نصف قطر ن = اب ہو اور ج سے ج د ایک عمود اب پر گرایا جائے۔ اور اگر زاویہ ج اْ ب = ته تو

شکل ۱۱

$$\text{ته} = \frac{\text{ج ب}}{\text{ن}} \quad (\text{قوسی پیمانے پر})$$

$$\text{جب ته} = \frac{\text{ج د}}{\text{ن}}$$

$$\text{جم ته} = \frac{\text{ا د}}{\text{ن}}$$

$$\text{مس ته} = \frac{\text{ج د}}{\text{ا د}}$$

اب اگر زاویہ ته قلیل ہو تو قوس ب ج اور عمود ج د کے طول میں کچھ زیادہ فرق نہ ہوگا۔ اور پھر اب اور اد قریب قریب مساوی ہوں گے۔

پس ته قلیل ہونے کی صورت میں اوپر کی نسبتیں حسب ذیل ہو جائیں گی:۔

$$\text{ته} = \frac{\text{ب ج}}{\text{ن}}$$

$$\text{جب ته} = \frac{\text{ب ج}}{\text{ن}}$$

$$\text{جم ته} = \frac{\text{ن}}{\text{ن}}$$

$$\text{مس ته} = \frac{\text{ج ب}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ب ج}}{\text{ن}}$$

پس جب ته قلیل ہو تو   ته = جب ته = مس ته

اور جم ته = ۱

بشرطیکہ ته کی پیمائش نیمقطریوں میں ہو۔ یہ علاقے طبیعیات میں بہت کارآمد ہیں۔ کیونکہ ان کے ذریعے سے ہم اپنے عمل کو بہت مختصر کر سکتے ہیں۔

کمیت کی پیمائش تجاذب :- ہر مادہ دوسرے مادے کو اپنی طرف جذب کرتا ہے دو مادی جسموں کے درمیان جو قوت عمل کرتی ہے اس کی دریافت نیوٹن کے کلیہ تجاذب سے ہوتی ہے جو درج ذیل ہے :-

دو مادی جسموں کے درمیان عمل کرنے والی جذبی قوت اُن جسموں کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے راست اور اُن کے درمیانی فاصلے کے مربع کے بالعکس تناسب ہوتی ہے۔

چنانچہ اگر ک۱ اور ک۲ ہر دو جسموں کی کمیتیں ہوں اور درمیانی فاصلہ ف ہو تو تجاذب کی وجہ سے قوت ق = جا $\frac{ک_1 ک_2}{ف^2}$۔

مقدار جا کو تجاذبی مستقل کہتے ہیں۔ مادّے کی تمام قسموں کے لئے اس مستقل کی قیمت ایک ہی رہتی ہے۔

کسی جسم پر جو تجاذبی قوتیں عمل کرتی ہیں اُن میں سب سے بڑی قوت خود جاذبہ زمین کی ہوتی ہے۔ اسی قوت کا نام جسم کا وزن ہے۔ زمین کی سطح کے تمام مقامات پر یہ وزن ایک ہی نہیں رہتا۔ اس کا سبب زمین کے نصف قطر کا اور قشر زمین کی کثافت کا تغیر ہے۔ لیکن جب کوئی مقام معین کر دیا جائے تو پھر وزن مستقل رہتا ہے اور جسم کی کمیت کے متناسب ہوتا ہے۔

کمیت اور وزن میں فرق کرنا ضروری ہے۔ کمیت سے مراد ہمیشہ کسی جسم کی مقدار مادہ ہوتی ہے۔ یہ مقدار ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے۔ لیکن وزن ایک تجاذبی قوت ہے جس کا انحصار جسم کی کمیت، جسم جاذب کی کمیت اور اُن کے باہمی فاصلہ پر ہوتا ہے۔ اُس کی پوری تشریح آیندہ کسی باب میں ملے گی۔

لیکن چونکہ وزن اور کمیت میں تناسب ہوتا ہے اس لئے کمیت کی پیمائش وزن ہی کے ذریعہ سے کی جاتی ہے۔ اس کے لئے دو صورتیں اختیار کیجاتی ہیں۔ یا تو کمانی دار ترازو سے کام لیا جاتا ہے یا پھر کیمیاوی ترازو سے۔

کمانیدار ترازو میں ایک کمانی ہوتی ہے جس کے ایک سرے پر وزن لٹکایا جاتا ہے اور دوسرے سرے پر ایک نمائندہ ہوتا ہے جو ایک پیمانہ پر حرکت کرتا ہے۔ جب وزن لٹکا ہوتا ہے تو کمانی کھنچ جاتی ہے۔ اور نمائندہ نیچے سرک آتا ہے۔

معیاری وزن لٹکا کر پیمانے کی تعبیر کی جا سکتی ہے اور پھر دوسرے وزنوں کی پیمائش ہو سکتی ہے۔

درحقیقت کمانیدار ترازو سے تجاذبی قوت یعنی وزن کی پیمائش ہوتی ہے۔ اور اگر یہ ترازو کافی حساس ہو تو زمین کے مختلف مقامات پر ایک ہی شے کے وزن میں فرق بتلا سکتی ہے۔

ترازو:۔ لیکن کسی جسم کی کمیت کی صحیح تخمین کے لئے ترازو کا طریقہ بالعموم استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں ایک کمیت کے وزن کو معیاری کمیتوں کے وزنوں کے مقابلے میں "تولا جاتا ہے"۔ اس طریقہ سے جو کمیت دریافت کی جاتی ہے وہ زمین کے ہر مقام پر ایک ہی رہتی ہے۔

چونکہ عملی طبعیات میں اس کا استعمال ناگریز ہے اس لئے ترازو کے اصول اور ساخت کی تشریح کو ہم یہاں نظر انداز کرتے ہیں۔ اور چونکہ ترازو کو ہم ایک سادہ مشین بھی کہہ سکتے ہیں اس لئے اس کی مزید تشریح ہم مشینوں کے تحت بیان کریں گے۔

ماخوذ مقداروں کی پیمائش

رقبہ کی پیمائش | بہت سی سطوی شکلوں کے رقبہ کی دریافت اُن کے خطی ابعاد کی پیمائش سے ہو سکتی ہے۔ اگر وہ شکل منتظم ہے تو پھر ہم ہندسی ضابطوں سے اس کی قیمت دریافت کر سکتے ہیں۔ چنانچہ ذیل میں ہم چند ضابطے درج کرتے ہیں:۔

مستطیل کا رقبہ = طول × عرض

متوازی الاضلاع کا رقبہ = طول × ارتفاع

مثلث " = ½ قاعدہ × ارتفاع

منحرف " = ½ متوازی ضلعوں کا مجموعہ × ارتفاع

دائرہ " = π × (نصف قطر)۲

کرہ " = ۴π × (نصف قطر)۲

اگر شکل غیر منتظم ہو تو اس کو ہم مناسب خطوط کھینچکر چند منتظم شکلوں میں تقسیم کر سکتے ہیں۔ پھر ہر شکل کا علحدہ علحدہ رقبہ حاصل کر کے سب کا مجموعہ لینے سے شکل مطلوبہ کا رقبہ حاصل کر سکتے ہیں، یا پھر شکل کو ہم مربع دار کاغذ پر کھینچکر خانے گن سکتے ہیں جس سے

شکل کا رقبہ فوراً معلوم ہوتا ہے۔ مربع وار کاغذ ہر شکل کے لئے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ خواہ وہ منتظم ہو یا غیر منتظم۔ اس کی پوری تفصیلات طبیعیات عملی کی کتابوں میں ملیں گی۔

حجم کی پیمائش | اکثر جسموں کے حجموں کی پیمائش اُن کے خطی ابعاد سے کیجا سکتی ہے، چنانچہ

مستطیل جسم کا حجم = طول × عرض × عمق

اسطوانہ کا حجم = قاعدہ کا رقبہ × ارتفاع

مخروط یا ہرم " = $\frac{1}{3}$ قاعدہ کا رقبہ × ارتفاع

کرے " = $\frac{4}{3}$ π × (نصف قطر)^3

کسی جسم کے حجم کی بلا واسطہ پیمائش ظرفک، درجہ دار اسطوانی وغیرہ سے کیجا سکتی ہے۔ ان آلات کا مفصل بیان طبیعیات عملی کی کتاب میں ملے گا۔ اور حجم کی بالواسطہ پیمائش اصول ارشمیدس وغیرہ سے بھی ہو سکتی ہے۔ اسکو ہم آئندہ کسی باب میں بیان کریں گے۔

کثافت | کسی شے کی کثافت سے مراد اس کے اکائی حجم کی کمیت ہے۔ یا وہ نسبت ہے جو اس کی کسی مقدار کی کمیت کو اس کے حجم سے ہوتی ہے۔

کثافت اضافی | کسی شے کی کثافت اضافی سے مراد وہ نسبت ہے جو اس شے کی کسی مقدار کی کمیت کو کسی معیاری شے کے مساوی الحجم مقدار کی کمیت سے ہوتی ہے۔ کثافت اضافی محض ایک عدد ہے اور اس کے کوئی ابعاد نہیں۔

تمام اشیاء کیلئے معیاری شے پانی کو قرار دیا گیا ہے۔ گیسوں کی صورت میں بعض اوقات ہوا یا ہائڈروجن کو معیاری مان لیا جاتا ہے۔

س۔ گ۔ ث نظام میں پانی کی اکائی کمیت یعنی ۱ گرام کا حجم ایک مکعب سم ہوتا ہے۔ بنا بریں پانی کی کثافت ۱ گرام فی مکعب سم ہوتی ہے اور اس کی کثافت اضافی ۱ ہے۔ پس اس نظام میں کثافت اور کثافت اضافی دونوں ایک ہی عدد سے ظاہر ہوتے ہیں۔ کثافت کو کثافت مطلق بھی کہتے ہیں۔

کثافت اضافی کی دریافت کے لئے بالعموم حجم دریافت کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ لہذا ہر دو کی دریافت کے مختلف طریقے ہم ایک علٰحدہ باب میں آیندہ بیان کریں گے۔

پانچواں باب

حرکنسیات

تعریفات بہ حیثیت مجموعی حرکت کے علم کو حیل یا میکانیات کہتے ہیں۔ حرکت کے مطالعہ میں ہم کو بالعموم جسم متحرک کی تبدیلی وضع اور اس تبدیلی کی مدت معلوم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

اس حیثیت سے دیکھا جائے تو علم حرکت کو پھر حرکنسیات[1] کہتے ہیں۔ یہ گویا حرکت کا ہندسہ ہے۔ ہندسہ کا موضوع مکان ہے اور حرکنسیات کا موضوع مکان وزمان ہیں۔

جب ہم متحرک جسموں کے باہمی علاقوں پر غور کرتے ہیں تو پھر علم حرکت کو حرکیات کا نام دیا جاتا ہے۔ اگر ہم قوت اور حرکت کے علاقہ کو اپنا موضوع قرار دیں تو وہ علم حرکت یا حرکت ہے۔ اگر ہم ان شرائط سے بحث کریں جن کے تحت قوتوں کا ایک نظام کسی جسم کو سکون میں رکھتا ہے تو حرکت کی اس شاخ کو سکونیات کہا جاتا ہے۔

ٹھوس اجسام کی میکانیات ہی پر سکونیات اور حرکت کا اطلاق ہوتا ہے۔ لیکن اگر ہم سیال اجسام کے توازن اور حرکت کو موضوع قرار دیں تو پھر ان علوم کو علی الترتیب ماسکونیات اور ماحرکیات کہتے ہیں۔

اصطلاحات فطرت میں ہم کو مادی اجسام سے سابقہ پڑتا ہے۔

ہمارے اغراض کے لئے جسم سے مراد مادہ کا وہ حصہ ہے جو ہر سمت میں گھرا ہوا ہو۔ ہم جسم کو مادی ذرات پر مشتمل سمجھتے ہیں۔ مادی ذرہ سے ہماری مراد مادہ کا وہ قلیل حصہ ہے جس کے مختلف حصوں کے درمیان فاصلہ کو نظر انداز کیا جا سکے۔

علم حرکت میں ہم ایسے ہی ایک ذرہ یا کئی ذرّوں کی حرکت سے بحث کرتے

---

[1] حرکنسیات = حرکت + ہندسہ + یات۔

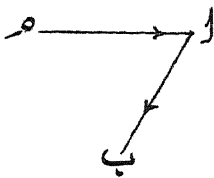
ہیں، یا پھر ایسے جسم کی حرکت سے بحث کرتے ہیں، جس کو ایک ذرہ تصور کیا جا سکے۔ چنانچہ توپ کے گولے کو ہم ایک ذرہ تصور کر سکتے ہیں۔ اور اس کی ساری کمیت کو اس کے مرکز پر مجتمع سمجھ سکتے ہیں۔ کیونکہ ایسے مسائل میں جسم کی شکل کو اس کی شرح حرکت میں بہت کم دخل ہے۔ اسی طرح فلکیات میں ہم زمین یا دوسرے سیارے کو ایک ذرہ تصور کر سکتے ہیں۔ محدود جسامت کے جسم کی حرکت فی الحال ہماری بحث سے خارج ہے۔

خط مستقیم میں حرکت

حرکت | اگر ایک ذرہ مختلف اوقات میں مختلف وضعوں میں ہو تو کہتے ہیں کہ ذرہ حرکت میں ہے۔ پس ذرہ کی حرکت معلوم کرنے کے لئے ضروری ہے کہ مختلف اوقات میں اسکی وضعیں دریافت کیجائیں اور یہ دیکھا جائے کہ اسکی وضع بدلتی ہے یا نہیں۔

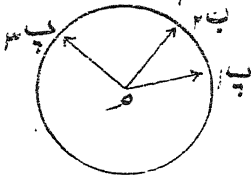
پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ تبدیلی وضع کا نام حرکت ہے۔

نقل مکان یا سرک | چونکہ ذرے کی حرکت ماحول کے اعتبار سے اس کی وضع کا مشاہدہ کرنے ہی سے معلوم ہو سکتی ہے، اس لئے اگر ماحول کے اعتبار سے اسکی وضع بدلے تو کہتے ہیں کہ ذرہ نے نقل مکان کیا یا ذرہ سرک گیا۔

چنانچہ فرض کرو کہ کسی آن ایک ذرہ نقطہ م (شکل ۱۷) پر ہے۔ اور اس کے بعد وہ نقطہ ا پر پایا جائے، تو ذرہ میں ایک نقل مکان پیدا ہوا۔ پھر طول اور سمت کے اعتبار سے م ا ذرہ کے نقل مکان یا سرک کی تعبیر ہو گی۔ اگر اس کے بعد ذرہ کسی دوسرے مقام ب پر پایا جائے، تو مزید سرک ا ب سے ظاہر ہو گی۔ اگرچہ م کے اعتبار سے ذرہ کی سرک م ب ہے۔

شکل ۱۷

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ نقل مکان کے مفہوم میں دو چیزیں شامل ہیں۔ ایک اس کی قدر، اور ایک اس کی

سمت۔ چنانچہ اگر م (شکل ۱۸) کسی جسم کی ابتدائی وضع ہو، اور اس کے بعد اس کی وضعیں پ۱، پ۲، پ۳، وغیرہ ایسے دائرے کے محیط پر واقع ہوں جس کا مرکز م ہو تو نقل مکان کی قدر مستقل رہتی ہے۔ لیکن اسکی سمت برابر بدلتی رہتی ہے۔

شکل ۱۸

سمت کی جہت ہر نقل مکان میں قدر اور سمت کے علاوہ ایک جہت بھی ہوتی ہے۔
سمت کی پیمائش ہمیشہ اس زاویے سے ہوتی ہے جو کوئی خط محور لا پر کسی ثابت خط کے ساتھ بناتا ہے۔ جہت سے متحرک خط پر حرکت کا رُخ معلوم ہوتا ہے۔ مثلاً کوئی جسم م سے ا تک (شکل ۱۷) حرکت کرے تو اس کی جہت م ا ہوگی، لیکن اس کی سمت صفر ہے، کیونکہ وہ محور لا پر ہے، لیکن اسے ب تک حرکت میں جہت ا ب اور سمت م اُ ب ہوگی۔ اگر حرکت ب سے شروع ہوکر اسے ہوتی ہوئی م پر آکر ختم ہو تو سمتیں تو حسب سابق رہیں گی۔ لیکن جہتیں علی الترتیب ب ا، اور ا م ہوں گی۔ بنابریں جہت کو ظاہر کرنے کے لئے پیکان کا سر بنا دیا جاتا ہے۔

نقل مکان کی تعبیر نقل مکان کو ظاہر کرنیکے لئے ایک خط مستقیم سے کام لیا جاسکتا ہے۔ جس کی سمت اور جہت وہی ہوں جو نقل مکان کی ہیں۔ اور جس کا طول نقل مکان کی قدر کے متناسب ہو۔

پس ایسی مقدار کو جس کی تشخیص کے لئے قدر، سمت اور جہت کی ضرورت ہوتی ہے سمتی مقدار کہتے ہیں۔ مثلاً رفتار، اسراع، قوت، مقناطیسی حدت وغیرہ۔ اور جن مقداروں کی تشخیص کے لئے صرف قدر کافی ہے اُن کو میزانی مقدار کہتے ہیں۔ جیسے قوہ، توانائی، روپیہ وغیرہ۔

اضافی نقل مکان اور سکون اگر متوازی پٹڑیوں پر دو ریلیں ایک ہی جہت میں حرکت کررہی ہوں تو کسی ایک میں بیٹھے ہوئے مسافر کو حسب ذیل مشاہدات سے سابقہ پڑیگا:۔
اگر وہ تیز تر ریل میں سفر کررہا ہے تو دوسری ریل اس کو پیچھے سرکتی معلوم ہوگی۔

اور اگر وہ سُست تر ریل کا مسافر ہے تو دوسری ریل اُس کو آگے سرکتی معلوم ہوگی۔
پس اضافی نقل مکان سے ہماری مراد ایک جسم کے اعتبار سے کسی دوسرے جسم کی سرک ہے۔ حقیقت یہ ہے کہ جملہ نقل مکان اضافی ہوتے ہیں، گو ہم تصور مطلق نقل مکان ہی کا قائم کرتے ہیں، کیونکہ سکون کا مفہوم ہمارے ذہن میں زمین پر غیر متحرک جسموں سے وابستہ ہے۔ لیکن زمین خود اپنے محور پر گھومتی ہے اور فضا میں سورج کے گرد چکر لگاتی ہے۔ پس ہم جب یہ کہتے ہیں کہ ایک جسم ساکن ہے تو اس کا مطلب یہی ہوتا ہے کہ ماحول کے اعتبار سے (بالعموم سطح زمین پر) اس کا نقل مکان صفر ہے۔

چال | اگر نقل مکان کے مفہوم کے ساتھ وقت کا مفہوم بھی شامل کر دیا جائے تو اس سے چال کا مفہوم حاصل ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر ایک جہاز ایک بندرگاہ سے دوسری بندرگاہ تک کی مسافت ایک دن میں طے کرتا ہے اور دوسرا جہاز اسی مسافت کے لئے دو دن لیتا ہے تو کہتے ہیں کہ پہلے جہاز کی چال دوسرے کی چال سے دُگنی ہے۔
یہاں جن چالوں کا ذکر کیا گیا وہ جہازوں کی چالوں کی اوسط قیمتیں ہیں، کیونکہ سکون سے حرکت میں آتا ہے اور پھر دوسرے مقام پر جاکر ساکن ہوجاتا ہے، پس ایک وقت ایسا ہوگا کہ اس کی حقیقی چال اوسط چال سے کم ہوگی۔ اور دوسرے وقت زیادہ ہوگی۔ بنابریں کسی جسم کی اوسط چال طے کردہ مسافت اور مدت مسافت کی نسبت ہوتی ہے۔

رفتار | جب کوئی جسم کسی معین سمت میں حرکت کرتا ہے تو پھر اُس کی چال کو رفتار کہتے ہیں۔

عرف عام میں چال کو بھی رفتار کہتے ہیں، لیکن اصطلاحًا دونوں میں فرق ہے۔ چال میزانی مقدار ہے اور رفتار سمتی۔ یعنی رفتار میں قدر، سمت اور جہت ہوتی ہے۔ پس کسی متحرک نقطہ کی رفتار سے مراد اس کی سرک کی شرح ہے۔

یکساں رفتار | یکساں رفتار سے ہمارا یہ مطلب ہے کہ وقت کے کسی قلیل وقفہ میں طے شدہ مسافت ایسے تمام وقفوں کے لئے ایک ہی ہوتی ہے، خواہ وہ وقفہ کتنا ہی قلیل کیوں نہ ہو۔ چنانچہ ایک جسم اگر کسی سمت میں ۵ ثانیوں میں ۲۰ فٹ کی

مسافت طے کرے تو اس کی رفتار کو یکساں کہنا حق بجانب نہ ہوگا۔ چنانچہ ہر ثانیہ کے اختتام پر جسم کا نقل مکان دیکھا جائے تو حسب ذیل نتائج برآمد ہوں گے۔

اگر متواتر ثانیوں میں طے شدہ فاصلے علی الترتیب ۳، ۵، ۶، ۴ اور ۲ فٹ ہوں، تو پہلے ثانیہ میں رفتار ۳ فٹ فی ثانیہ ہوگی۔ دوسرے ثانیہ میں ۵ فٹ فی ثانیہ اور تیسرے میں ۶ فٹ فی ثانیہ وغیرہ۔ لیکن اس وقفہ میں اوسط رفتار ۴ فٹ فی ثانیہ ہوگی۔ لیکن اگر رفتار یکساں رہی ہوتی تو جسم ۵ ثانیوں میں ۲۰ فٹ سرکتا۔ ۱ ثانیہ میں ۴ فٹ، ½ ثانیہ میں ۲ فٹ وغیرہ۔

رفتار کی اکائی | اکائی رفتار سے مراد ایسے نقطہ کی رفتار ہے۔ جس میں اکائی مدت میں اکائی طول کا نقل مکان واقع ہو۔

جب ہم کہتے ہیں کہ کسی متحرک نقطہ کی رفتار "ر" ہے تو اس کا مطلب یہ ہے، کہ اس میں رفتار کی "ر" اکائیاں ہیں۔ یعنی اکائی مدت میں وہ طول کی "ر" اکائیاں طے کرے گا۔

اگر ایک سمت میں کسی نقطہ کی رفتار "ر" ہو تو سمت مخالف میں مساوی رفتار لازماً "-ر" سے ظاہر ہوگی۔

ف۔ پ۔ ث نظام میں رفتار کی اکائی ۱ فٹ فی ثانیہ ہے، جس کو آ \ ثانیہ لکھتے ہیں۔ س۔ گ۔ ث نظام میں اکائی ۱ سنٹی میٹر فی ثانیہ ہے، جس کو ۱ سم \ ثانیہ لکھتے ہیں۔

رفتار وقتی منحنی یا ترسیم | فرض کرو کہ ایک ذرہ کی ابتدائی رفتار ۲ فٹ فی ثانیہ ہے۔ اور فرض کرو کہ اس کی حرکت کے پہلے تین ثانیوں کے اختتام پر علی الترتیب ۲،۳، ۲/۳، ۴ اور ۲/۱ ۴ فٹ فی ثانیہ ہیں۔ ذرہ کی اس حرکت کو ہم ترسیماً یوں ظاہر کر سکتے ہیں کہ محور کا پر مدت کو ظاہر کریں اور محور ما پر رفتار کو، مدت کے لئے ایک حصہ کو ہم ایک ثانیہ لیں گے۔ اور رفتار کے لئے ایک حصہ کو ۱ فٹ فی ثانیہ (شکل ۱۹) پس ترسیم کا عمل کرنے سے ہم کو نقطے ا، ب، ج، د، ملیں گے۔ جن سے ابتدائی اور مابعد کی رفتاریں ظاہر ہوتی ہیں۔ اب ان نقطوں کو یا تو ہم ایک شکستہ خط مستقیم سے ملا سکتے ہیں جیسا کہ شکل میں ہے۔ یا پھر

اُن کو ایک خط منحنی سے ملا سکتے ہیں، کیونکہ رفتار میں تبدیلی دفعتًا نہیں ہوتی، بلکہ تدریجی ہوتی ہے۔ اس ہموار منحنی کا نام رفتار وقتی منحنی ہے۔

شکل ۱۹

اب ہم یہ معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ اس منحنی کے تحت جو رقبہ م ا ب ج د ہ و ن ا م، آگیا ہے اس کا مفہوم کیا ہے۔ چونکہ رفتار سے مطلب نقل مکان فی اکائی مدت ہے، اس لئے کسی جسم میں ۱۰ فٹ فی ثانیہ کی یکساں رفتار ہو تو اس کا یہ مطلب ہوگا کہ حرکت کے ۱، ۲، ۳، ۴ ثانیوں میں طے شدہ فاصلے علی الترتیب ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ فٹ ہوں گے۔ شکل ۲۰ میں ایسی حرکت کا منحنی بنایا گیا ہے۔ چونکہ رفتار مستقل ہے، اس لئے منحنی خط مستقیم ا ہ ہوگا۔ اب چونکہ ا مربع انچ کا رقبہ ۵ فٹ کی مسافت کو ظاہر کرتا ہے کیونکہ اس کا ایک ضلع محور ہ پر ہے جہاں وہ ۱ ثانیہ کو ظاہر کرتا ہے اور دوسرا ضلع

شکل ۲۰

محور ما پر ہے جہاں وہ ۵ فٹ فی ثانیہ کو ظاہر کرتا ہے، اس لئے رقبہ م ا ب ط سے ۱۰ کی طے کردہ مسافت ظاہر ہوگی، کیونکہ یہ رقبہ ۲ مربع انچ ہے۔ پورے مستطیل م ا ہ و کا رقبہ ۸ مربع سمر ہے، پس چار ثانیوں میں طے شدہ مسافت = ۸ × ۵ = ۴۰ فٹ۔

لیکن جب منحنی کے تحت رقبہ بے قاعدہ ہو جیسا کہ شکل ۱۹ میں ہے، تب بھی

رقبہ محدودہ طے شدہ مسافت کو ظاہر کرے گا۔ شکل میں یہ رقبہ ۱۵۰۰۱ مربع انچ ہے۔ اس لئے طے شدہ فاصلہ ۱۵۰۰۱ فٹ ہوگا۔

طے شدہ فاصلے کیلئے ضابطہ! اگر کسی جسم کی رفتار یکساں ہو اور ر فٹ فی ثانیہ کے مساوی ہو تو رفتار وقتی ترسیم وقتی محور کے متوازی ایک خط مستقیم ہوگی۔ پس و ثانیوں میں رفتار وقتی منحنی کا رقبہ 'رو' اکائیاں ہوگا۔ پس چونکہ اکائی رقبہ سے مراد اکائی فاصلہ ہے اس لئے طے شدہ مسافت

ف = رو

یہ مساوات خط مستقیم میں یکساں حرکت کی بھی مساوات ہے۔

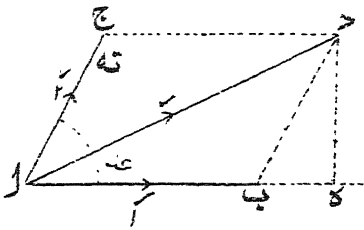
ایک سے زائد سمتوں میں رفتاریں | ہوسکتا ہے کہ ایک جسم میں ایک ہی وقت میں دو یا دو سے زیادہ سمتوں میں رفتاریں ہوں اس کی بہترین مثال جہاز میں ملتی ہے۔ جب ایک شخص جہاز کے عرشہ پر ایک مقام سے دوسرے مقام تک چلتا ہے تو اس میں ایک رفتار تو جہاز کی ہوتی ہے اور دوسری خود اس کی رفتار عرشۂ جہاز پر۔ اگر جہاز ساکن ہوتا یا خود شخص ساکن ہوتا تو شخص کی وضع فضا میں وہ نہ ہوتی جو دونوں کے بیک وقت حرکت کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔

اس کی ایک اور مثال یوں سمجھو کہ ایک جہاز فرض کرو کہ ٹھیک شمال کی سمت میں جارہا ہے، اور سمندر کی رَو اس کو بالفرض جنوب مشرقی سمت میں لئے جارہی ہے۔ اب فرض کرو کہ ایک ملّاح جہاز کے ایک انتصابی مستول پر چڑھ رہا ہے تو ملّاح کی حقیقی تبدیلی وضع اور اس کی رفتار کا انحصار تین مقداروں پر ہے۔ ایک تو جہاز کی شرح اور سمت پر، دوسرے رَو کی شرح اور سمت پر، تیسرے خود اسکی شرح صعود پر۔ پس اس کی حقیقی رفتار ان تینوں رفتاروں سے "مرکب" ہے۔

پس ایک رفتار ایسی ہوسکتی ہے جو دو یا دو سے زیادہ رفتاروں کے معادل ہو یا اُن سے مرکب ہو۔ ہم ذیل میں ایک مسئلہ بیان کرتے ہیں جس کی مدد سے ایسی معادل رفتاریں دریافت ہوسکتی ہیں۔

رفتاروں کا متوازی الاضلاع | مسئلہ:۔ اگر کسی متحرک نقطہ میں بیک وقت ایسی رفتاریں ہوں جن کو قدر اور سمت کے اعتبار سے ایک متوازی الاضلاع کے دو متصل

ضلعوں سے تعبیر کیا جاسکے، تو وہ رفتاریں ایسی رفتار کے معادل ہوں گی جو قدر اور سمت کے اعتبار سے متوازی الاضلاع کے اس وتر سے تعبیر کیجائیگی جو متصل ضلعوں کے نقطہ تقاطع میں سے گذرے۔

فرض کرو کہ دو ہم زمان رفتاروں کی تعبیر خطوط ا ب اور ا ج ہیں اور فرض کرو کہ اُن کی قدریں $س_1$ اور $س_2$ ہیں۔

متوازی الاضلاع ب ا ج د کو مکمل کرو (شکل ۲۱) اب ہم نقطہ کی حرکت کو یوں تصور کریں گے کہ وہ خط مستقیم ا ب پر رفتار $س_1$ سے حرکت کر رہا ہے اور خود خط ا ب کے صفحہ کے پایین کے متوازی اس طرح حرکت کر رہا ہے کہ اس کا سرا ا خط ا ج کو رفتار $س_2$ سے طے کرتا ہے۔ اکائی مدت میں متحرک نقطہ خط ا ب پر ایک فاصلہ ا ب طے کرے گا۔ اور خود خط ا ب اس عرصہ میں وضع ج د اختیار کرلے گا۔ پس ایک ثانیہ کے اختتام پر متحرک نقطہ کی وضع د ہوگی۔

شکل ۲۱

چونکہ دونوں رفتاریں قدر اور سمت کے اعتبار سے مستقل ہیں۔ اس لئے ا سے د تک نقطہ کی رفتار بھی قدر اور سمت میں مستقل ہوگی۔ بنابریں اکائی مدت میں متحرک نقطہ کا طے کردہ فاصلہ ا د ہوگا۔

پس قدر اور سمت کے اعتبار سے ا د وہ رفتار ہے جو ا ب، ا ج سے تعبیر شدہ رفتاروں کے معادل ہے۔

حاصل رفتار اور اس کے اجزا

تعریف:۔ وہ رفتار جو دو یا زیادہ رفتاروں کے معادل ہو اُن رفتاروں کا حاصل کہلاتی ہے۔ پھر وہ رفتاریں اس حاصل کے اجزاء کہلاتی ہیں۔

اوپر کے مسئلہ کی مدد سے ہم حاصل کی قیمت دریافت کر سکتے ہیں۔

شکل ۲۱ میں ا ب، ا ج رفتاروں $س_1$، $س_2$ کی تعبیر ہیں اور فرض کرو کہ س حاصل رفتار ا د کی تعبیر ہے۔ اور فرض کرو کہ زاویہ ب ا ج = تہ

تو علم مثلث کی رو سے

$$\text{اد}^{2} = \text{اب}^{2} + \text{اج}^{2} + 2\,\text{اب} \times \text{اج}\ \text{جم ب اج}$$

یا $\text{ر}^2 = \text{سا}_1^2 + \text{سا}_2^2 + 2\,\text{سا}_1\,\text{سا}_2\ \text{جم تہ}$

اگر زاویہ ب اد = عہ

تو $\frac{\text{اب}}{\text{بد}} = \frac{\text{جب اڈب}}{\text{جب باد}} = \frac{\text{جب داج}}{\text{جب باد}}$

$\therefore \frac{\text{سا}_1}{\text{سا}_2} = \frac{\text{جب (تہ - عہ)}}{\text{جب عہ}} = \frac{\text{جب تہ جم عہ - جم تہ جب عہ}}{\text{جب عہ}}$

$= \text{جب تہ مم عہ - جم تہ}$

$\therefore \text{مم عہ} = \frac{\text{سا}_1 + \text{سا}_2\ \text{جم تہ}}{\text{سا}_2\ \text{جب تہ}}$

$\therefore \text{مس عہ} = \frac{\text{سا}_2\ \text{جب تہ}}{\text{سا}_1 + \text{سا}_2\ \text{جم تہ}}$

بدل :- اب کو بڑھاکر د سے اب پر عمود گراؤ۔ تو

$\text{مس داب} = \frac{\text{ہد}}{\text{اہ}} = \frac{\text{بد جب ہبد}}{\text{اب + بد جم ہبد}} = \frac{\text{سا}_2\ \text{جب تہ}}{\text{سا}_1 + \text{سا}_2\ \text{جم تہ}}$

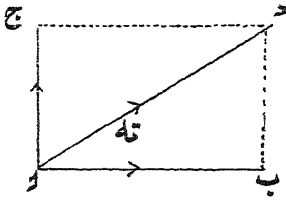
پس دو رفتاروں سا۱، سا۲ کا حاصل، جو ایک دوسرے سے زاویہ تہ پر مائل ہیں، ایک رفتار ہے جسکی قدر $\sqrt{\text{سا}_1^2 + \text{سا}_2^2 + 2\,\text{سا}_1\,\text{سا}_2\ \text{جم تہ}}$ ہے اور جو رفتار سا۱ کی سمت سے بزاویہ

$\text{مس}^{-1} \frac{\text{سا}_2\ \text{جب تہ}}{\text{سا}_1 + \text{سا}_2\ \text{جم تہ}}$ مائل ہے۔

رفتاروں کی تحویل | اوپر کے جو ضابطے ہم نے حاصل کیے وہ رفتاروں کو ترکیب دینے کے ہیں۔ اس کے برعکس ہم ہر رفتار کو دو جزئی رفتاروں میں لاتعداد طریقوں پر تحویل کرسکتے ہیں۔ کیونکہ ایسے لاتعداد متوازی الاضلاع کھینچے جاسکتے ہیں۔ جن کا وتر اد ہو۔ اور اگر اب ج د اُن میں سے ایک متوازی الاضلاع ہو تو پھر رفتار اد ہر دو رفتاروں اب، اج کے معادل ہوگی۔

اس میں سب سے اہم صورت وہ ہے جبکہ کوئی رفتار ایسی رفتاروں میں تحویل کی جائے جن کی سمتیں ایک دوسرے کے علی القوائم ہوں۔ جب ہم کسی سمت معین میں

ایک رفتار کے جز کا ذکر کرتے ہیں تو اس سے مطلب یہ ہوتا ہے کہ جس دوسری سمت میں دی ہوئی رفتار کو تحویل کرتا ہے وہ پہلی سمت کے علی القوائم ہے۔

چنانچہ فرض کرو کہ ہم ایک رفتار سا کو جس کی تعبیر اد (شکل ۲۲) ہے۔ دو علی القوائم اجزاء میں تحویل کرنا چاہتے ہیں۔ ان میں سے ایک جز ایک سمت اب میں ہے جو اد سے زاویہ تہ بناتی ہے۔

د سے اب پر عمود دب گرا کر مستطیل اب دج کو تکمل کرو۔

تو اد معادل ہے رفتاروں اب اور اج کے۔

شکل ۲۲

نیز اب = اد جم تہ = سا جم تہ

اور اج = ب د = اد جب تہ = سا جب تہ

پس یہ مسئلہ حاصل ہوا۔

مسئلہ :- ایک رفتار 'سا' اپنی سمت سے زاویہ تہ پر ایک خط پر ایک رفتار 'سا جم تہ' اور اس خط سے علی القوائم سمت میں ایک رفتار 'سا جب تہ' کے معادل ہے۔

دو معین سمتوں میں رفتار کے اجزاء | اگر رفتار سا کے اجزاء رفتار کی سمت سے زاویے عہ اور بہ بنائیں تو پھر اجزاء یوں دریافت کیے جائیں گے۔

فرض کرو اد = سا، سمتاً اور قدراً۔

اب اور اج کو اد سے عہ اور بہ پر مائل کھینچو۔ اور شکل ۲۱ کی طرح متوازی الاضلاع کو تکمل کرو۔ تو علم مثلث سے

$$\frac{\text{اب}}{\text{جب اد ب}} = \frac{\text{ب د}}{\text{جب ب اد}} = \frac{\text{اد}}{\text{جب اب د}}$$

$$\frac{\text{اب}}{\text{جب بہ}} = \frac{\text{ب د}}{\text{جب عہ}} = \frac{\text{اد}}{\text{جب (عہ + بہ)}}$$

$$\therefore \text{اب} = \text{اد}\ \frac{\text{جب بہ}}{\text{جب (عہ + بہ)}} \quad \text{اور ب د} = \text{اد}\ \frac{\text{جب عہ}}{\text{جب (عہ + بہ)}}$$

پس عہ اور بہ کی سمتوں میں ر کے اجزا

$$ر \frac{\text{جب بہ}}{\text{جب (عہ + بہ)}} \quad \text{اور} \quad ر \frac{\text{جب عہ}}{\text{جب (عہ + بہ)}}$$

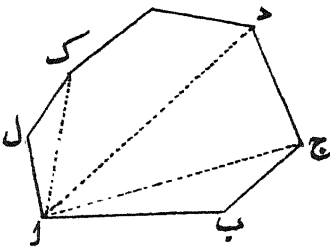
ہوئے۔

رفتاروں کا مثلث | اگر ایک متحرک نقطہ میں بیک وقت ایسی رفتاریں ہوں جن کو کسی مثلث کے دو ضلعوں اب، ب ج سے بالترتیب ظاہر کیا جاسکے تو وہ رفتاریں ایسی رفتار کے معادل ہوں گی جو اج سے تعبیر ہو گی۔

کیونکہ متوازی الاضلاع اب ج د کو مکمل کرنیسے معلوم ہوتا ہے کہ خطوط اب، ب ج ان ہی رفتاروں کو ظاہر کرتے ہیں جن کو اب اور اد ظاہر کرتے ہیں۔ پس مطلوبہ حاصل رفتار اج ہو گی۔

اس کا ایک نتیجہ صریح یہ ہے کہ کسی نقطہ میں تین رفتاریں بہ یک وقت ہوں اور اُن کو مثلث کے تینوں ضلعوں سے بالترتیب ظاہر کیا جاسکے تو وہ نقطہ سکون میں ہوگا۔

رفتاروں کا کثیرالاضلاع | اگر کسی متحرک نقطہ میں بیک وقت ایسی رفتاریں ہوں جن کو ایک کثیرالاضلاع کے ضلعوں اب، ب ج، ج د ۔۔۔ ک ل (خواہ وہ ضلع ایک ہی مستوی میں ہوں یا نہ ہوں) سے تعبیر کیا جاسکے تو اُن کا حاصل ضلع ال ہو گا۔

حسب شکل ۲۳ کثیر الاضلاع کو مثلثوں میں تقسیم کر لو تو اوپر کے مسئلہ کی رو سے اب اور ب ج کا حاصل اج ہو گا۔ اج اور ج د کا حاصل اد ہو گا۔ وعلیٰ ہذا۔ پس آخری حاصل ال ہو گا۔

شکل ۲۳

اگر نقطہ ل نقطہ ا پر منطبق ہو جائے تو پھر کثیر الاضلاع ایک بند شکل ہو جائے گا اور حاصل صفر ہو جائے گا، یعنی نقطہ سکون میں ہو گا۔

ہم مستوی رفتاروں کا حاصل | جب کسی نقطہ میں بیک وقت مختلف ہم مستوی سمتوں میں رفتاریں ہوں تو ان کا حاصل دریافت کرنے کی یہ صورت ہے کہ پہلے تمام رفتاروں کو دو معینہ علی القوائم سمتوں میں تحویل کر لیا جائے اور پھر ان حاصل رفتاروں کو ترکیب دے لیا جائے۔

فرض کرو کہ ایک نقطہ میں رفتاریں ر۱، ر۲، ر۳ ..... ہیں جو خط م لا سے زاویے ثہ۱، ثہ۲، ثہ۳ ..... بناتی ہیں۔ فرض کرو کہ م ما علی القوائم ہے م لا کے (شکل ۲۴) م لا اور م ما پر ر۱ کے اجزاء ر۱ جم ثہ۱ اور ر۱ جب ثہ۱ ہیں۔ ر۲ کے اجزا ر۲ جم ثہ۲ اور ر۲ جب ثہ۲ ہیں۔ اسیطرح باقی رفتاروں کے اجزاء ہیں۔

شکل ۲۴

پس رفتاریں معادل ہیں۔

م لا کے متوازی ر۱ جم ثہ۱ + ر۲ جم ثہ۲ + ر۳ جم ثہ۳ + ... کے اور

م ما " " ر۱ جب ثہ۱ + ر۲ جب ثہ۲ + ر۳ جب ثہ۳ + ... کے

اگر حاصل رفتار = ر اور حاصل کی سمت م لا سے = ثہ

تو ر جم ثہ = ر۱ جم ثہ۱ + ر۲ جم ثہ۲ + ر۳ جم ثہ۳ + ...

= ∑ ر۱ جم ثہ۱

اور ر جب ثہ = ر۱ جب ثہ۱ + ر۲ جب ثہ۲ + ر۳ جب ثہ۳ + ...

= ∑ ر۱ جب ثہ۱

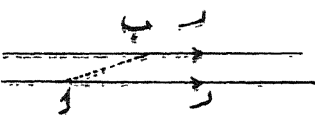
∴ ر۲ = (∑ ر۱ جم ثہ۱)۲ + (∑ ر۱ جب ثہ۱)۲

اور مس ثہ = ∑ ر۱ جب ثہ۱ / ∑ ر۱ جم ثہ۱

اضافی حرکت و رفتار سکون اور حرکت اضافی اصطلاحیں ہیں۔ ہم نہیں جانتے کہ مطلق سکون یا مطلق حرکت کیا ہے۔ ہم کو جو سابقہ پڑتا ہے تو صرف اضافی حرکت سے۔

فرض کرو کہ دو متوازی پٹریوں پر دو ریلیں ایک ہی سمت میں مساوی رفتار سے رواں ہیں (شکل ۲۵)۔ اور فرض کرو کہ ہر ایک ریل پر ایک ایک نقطہ ا اور ب ہے اوپر اگر کوئی شخص ہو تو وہ ب والے

شکل ۲۵

شخص کو ساکن سمجھیگا اور بالعکس۔ خط ا ب قدر اور سمت کے اعتبار سے مستقل ہوگا۔ اور ب کی رفتار ا کی اضافت سے صفر ہوگی۔

اب فرض کرو کہ پہلی ریل ۲۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے حرکت کر رہی ہے اور دوسری ۲۵ میل فی گھنٹہ سے اسی سمت میں حرکت کر رہی ہے (شکل ۲۶) اس صورت میں خط ا ب ۵ میل فی گھنٹہ کی شرح سے بڑھے گا۔ پس ا کے لحاظ سے یہی ب کی اضافی رفتار ہے۔

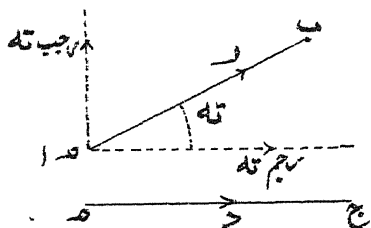
شکل ۲۶

اب فرض کرو کہ دوسری ریل ۲۵ میل فی گھنٹہ کی شرح سے سمت مخالف میں جارہی ہے۔ تو خط ا ب (شکل ۲۷) اب ۴۵ میل فی گھنٹہ کی شرح سے بڑھیگا اور اس کی سمت ا کی سمت کے خلاف ہوگی۔ پس ا کے لحاظ سے ب کی اضافی رفتار ۴۵ میل فی گھنٹہ ہوگی۔

شکل ۲۷

ان تمام صورتوں سے یہ بات واضح ہے کہ پہلی ریل کی اضافت سے دوسری ریل کی اضافی رفتار، دوسری ریل کی رفتار میں پہلی ریل کی رفتار کے مساوی اور مخالف رفتار شامل کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔

اب ایک مرتبہ اور فرض کرو کہ پہلی ریل خط م ج پر رفتار ر سے رواں ہے اور دوسری ریل م ب، پر رفتار ر۱ سے چل رہی ہے۔ م ج اور م ب کے درمیان زاویہ مان لو کہ تہ ہے۔

شکل ۲۸

رفتار ر۱ کو دو اجزاء ر۱ جم تہ متوازی م ج، اور ر۱ جب تہ علی القوائم، میں تحویل کرو۔ حسب سابق ب کی رفتار

ا کے لحاظ سے بہ سمت م ج = ر ا جم تہ - ح، اور چونکہ سمت علی القوائم میں ا کی کوئی رفتار نہیں ہے اس لئے ب کی رفتار اس سمت میں ر ا جب تہ ہے۔

پس ا کی اضافت سے ب کی رفتار کے دو جز ہو گئے۔ ایک تو م ج کے متوازی ر ا جم تہ - ح، اور دوسرا اُس کے علی القوائم ر ا جب تہ۔ یہ دونوں اجزا دوسری ریل کی ابتدائی رفتار ر ا، اور ا کی رفتار کے مساوی اور مخالف رفتار کے معادل ہیں۔

پس اضافی رفتار کے متعلق ایک اہم نتیجہ حاصل ہوتا ہے جو حسب ذیل ہے :-

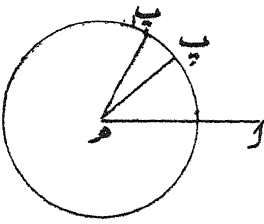
جب دو نقطوں کے درمیان فاصلہ سمت یا قدر یا دونوں میں بدل رہا ہے، تو کہتے ہیں کہ ہر نقطہ میں دوسرے کے لحاظ سے ایک اضافی رفتار ہے۔ نیز ایک نقطہ ب کی اضافی رفتار ایک دوسرے نقطہ ا کے لحاظ سے ب کی رفتار میں ا کی رفتار کے مساوی اور مخالف رفتار شامل کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔

زاویٔ رفتار تعریف - اگر ایک نقطہ کسی مستوی میں حرکت کر رہا ہو، اور م اس مستوی میں ایک نقطہ ثابت ہو، اور م میں سے ایک خط م ا بھی ثابت ہو، تو جس شرح سے زاویہ م ا پ بڑھتا ہے وہ م کے گرد متحرک نقطہ پ کی زاویٔ رفتار کہلاتی ہے۔

یکساں ہونے کی صورت میں زاویٔ رفتار کی پیمائش اکائی مدت میں م پ کے طے کردہ زاویے میں نیمقطریوں کی تعداد سے کی جاتی ہے۔

متغیر ہونے کی صورت میں زاویٔ رفتار کی پیمائش کسی آن اس زاویے سے ہوتی ہے جو م پ اکائی مدت میں طے کرتا ہے، بشرطیکہ اس مدت میں اسکی شرح وہی رہے جو آن زیر بحث میں ہے۔

مثال کے طور پر اگر م پ ۴ زاویہ قائمہ یا ۲ π نیمقطریاں ایک ثانیہ میں طے کرے تو اس کی زاویٔ رفتار ۲ π ہوگی۔ اگر ایک ثانیہ میں وہ $\frac{۳}{۴}$ زاویہ قائمہ طے کرے تو اس کی زاویٔ رفتار $\frac{۳}{۴}$ $\frac{\pi}{۲}$ یا $\frac{۳\pi}{۸}$ ہوگی۔ اور اگر م پ ایک ثانیہ میں ۷ چکر کرے تو اُس کی زاویٔ رفتار ۷ × ۲ π یعنی ۱۴ π ہوگی۔

زاویٔ رفتار اور خطی رفتار میں علاقہ یہاں ہم اس صورت سے بحث کریں گے جس میں زاویٔ رفتار یکساں ہو اور متحرک نقطہ ایک دائرہ میں حرکت کر رہا ہو۔

چنانچہ فرض کرو کہ کسی وقت متحرک نقطہ کی وضع پ ہے۔ (شکل ۲۹) اور فرض کرو کہ اکائی مدت میں نقطہ قوس پ پ۱ طے کرتا ہے۔ اس مدت میں خط م پ زاویہ پ م پ۱ طے کرتا ہے۔ پس زاویئی رفتار پ م پ۱ میں نیمقطریوں کی تعداد کے مساوی ہے۔

شکل ۲۹

لیکن نیمقطریوں کی تعداد = قوس پ پ۱ / م پ

نیز چونکہ قوس پ پ۱ ایک ثانیہ میں طے ہوئی ہے۔ اس لئے وہ خطی رفتار "سا" کو بھی ظاہر کرتی ہے۔

پس اگر زاویئی رفتار = سا تو

سا = سا / ن جہاں ن = م پ = دائرے کا نصف قطر

یا سا = ن سا

مثلاً زمین اپنے محور پر ایک گردش ۲۴ گھنٹوں میں کرتی ہے۔ اس لئے اس کی سطح پر کسی نقطے کی زاویئی رفتار

= ۲π / ۶۰×۶۰×۲۴ نیمقطریاں فی ثانیہ

= ۴۰۰۰ × ۲π / ۶۰×۶۰×۲۴ میل فی ثانیہ [∵ زمین کا نصف قطر = ۴۰۰۰ میل

= ۱۰۴۷ میل فی ثانیہ تقریباً۔

مشقی سوالات ۱

(۱) ایک ریل ۶۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے حرکت کرتی ہے اور دوسری ۳ ثانیوں میں ۱۰۰ گز طے کرتی ہے۔ دونوں میں سے کون تیز تر ہے؟

پہلی ریل ۶۰×۶۰ ثانیوں میں ۶۰ × ۱۷۶۰ گز طے کرتی ہے۔

∴ ″ ″ ۱ ″ ثانیہ ۱۷۶۰×۶۰ / ۶۰×۶۰ ″ ″ ″ ″

∴ ″ ″ کی شرح ۲۹ ⅓ گز فی ثانیہ ہوئی۔

دوسری ریل ۱ ثانیہ میں $\frac{۱۰۰}{۳}$ یا ۳۳ $\frac{۱}{۳}$ گز طے کرتی ہے۔
پس دوسری ریل بقدر ۴ گز فی ثانیہ تیز تر ہے۔

(۲) ایک جہاز ٹھیک شمال کی طرف جارہا ہے اس کی رفتار ۱۵ میل فی گھنٹہ ہے۔ پانی کی رو جنوب مشرقی سمت میں ۳$\sqrt{۲}$ میل فی گھنٹہ کی شرح سے بہہ رہی ہے۔ ایک گھنٹہ کے اختتام پر اس کا فاصلہ اور نقطہ آغاز سے اس کا موقف دریافت کرو۔

جہاز میں دو رفتاریں ہیں۔ ایک ۱۵ میل فی گھنٹہ شمال کی جانب اور دوسری ۳$\sqrt{۲}$ میل فی گھنٹہ جنوب مشرق کی طرف۔ یہ دوسری رفتار معادل ہے ۳$\sqrt{۲}$ جم ۴۵° یا ۳ میل فی گھنٹہ بہ جانب مشرق اور ۳$\sqrt{۲}$ جم ۴۵° یا ۳ میل فی گھنٹہ بہ جانب جنوب۔

پس جہاز کی مجموعی رفتار (۱۵ - ۳) یا ۱۲ میل فی گھنٹہ بہ جانب شمال اور ۳ میل فی گھنٹہ بجانب مشرق ہوئی۔ پس حاصل رفتار $= \sqrt{۱۲^۲ + ۳^۲} = \sqrt{۱۵۳}$ میل فی گھنٹہ = ۱۲٫۳۷ میل فی گھنٹہ بجانب شمال مشرق اور حاصل کا زاویہ = مس$^{-۱}$ $\frac{۳}{۱۲}$ = مس$^{-۱}$ $\frac{۱}{۴}$ = ۱۴° ۲'

(۳) ایک نقطہ میں بہ یک وقت ایسی رفتاریں ہیں جن کی قیمتیں علی الترتیب ۴، ۳، ۲ اور ۱ ہیں۔ پہلی اور دوسری رفتار کے درمیان زاویہ ۳۰° ہے۔ دوسری اور تیسری کے درمیان ۹۰° اور تیسری اور چوتھی کے درمیان ۱۲۰° ہے۔ اُن کا حاصل دریافت کرو۔

پہلی رفتار کی سمت میں ایک خط مر لا مانو اور دوسرا خط مر ما اس کے علی القوائم لو۔ تو مر لا سے زاویے علی الترتیب ۰، ۳۰°، ۱۲۰°، ۲۴۰° ہوں گے۔

فرض کرو کہ حاصل 'ر' ہے اور وہ مر لا پر بزاویہ تھ مائل ہے۔

تو ر جم تھ = ۴ + ۳ جم ۳۰° + ۲ جم ۱۲۰° + ۱ جم ۲۴۰° = $\frac{۳\sqrt{۳} + ۵}{۲}$

اور ر جب تھ = ۳ جب ۳۰° + ۲ جب ۱۲۰° + ۱ جب ۲۴۰° = $\frac{۳ + \sqrt{۳}}{۲}$

∴ ر^۲ = ۱۲ + ۹$\sqrt{۳}$ = ۳۱٫۵۸۸۵ ∴ ر = ۵٫۶۲

اور مس تھ = $\frac{۳ + \sqrt{۳}}{۳\sqrt{۳} + ۵}$ = ۲$\sqrt{۳}$ - ۳ = ۰٫۴۶۴۱ = مس ۲۴° ۵۴'

(۴) سورج کے گرد زمین کی چال فٹ فی ثانیہ میں دریافت کرو جبکہ زمین ۰۰۰،۰۰۰،۹۲ میل نصف قطر کے دائرے کو ۳۶۵ دن میں طے کرتی ہے۔

(۵) ایک ریل گاڑی اسٹیشن سے چلنے کے بعد پہلے ۳ میل ۷ منٹ میں طے کرتی ہے، پھر آدھے گھنٹہ تک ۴۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے چلتی ہے اور آخر کے دو میل ۵ منٹ میں طے کرتی ہے۔ ریل کی اوسط رفتار

دریافت کرو۔

(۶) ۲ بجانب شمال، ۳ بجانب مشرق، ۳ بجانب جنوب، اور ۴ بجانب مغرب کی رفتاروں کا حاصل دریافت کرو۔

(۷) ایک ذرے میں ایک رفتار ۱۰ سمر فی ثانیہ بجانب شمال مغرب ہے، شمال اور مغرب میں اسکے اجزا دریافت کرو۔

(۸) ۵۰ سمر فی ثانیہ اور ۱۰۰ سمر فی ثانیہ کی دو رفتاریں ۶۰° پر مائل ہیں اُن کا حاصل دریافت کرو۔

(۹) ایک ذرے میں ۱۵ سمر فی ثانیہ کی رفتار ہے جس کو دو علی القوائم اجزا میں تحویل کیا جاتا ہے، ان میں سے ایک جز ۹ سمر فی ثانیہ ہے، دوسرا جز دریافت کرو۔

(۱۰) نصف میل چوڑے ایک دریا میں ایک کشتی ۳ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے چلتی ہے۔ پانی کی رو اُسکو ۴ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے الٹ لے جاتی ہے۔ کشتی کی اصل رفتار دریافت کرو۔ اور ساحل کے کنارے کنارے نقطہ آغاز اور نقطہ اختتام کا درمیان فاصلہ دریافت کرو۔

۱۱۔ ۳ سمر فی ثانیہ اور ۵ سمر فی ثانیہ کی رفتاروں کا حاصل ۷ سمر فی ثانیہ کی ایک رفتار ہے۔ پہلی دو رفتاروں کے درمیان زاویہ دریافت کرو۔

(۱۲) دو جہازوں کے راستے ایک دوسرے سے علی القوائم متقاطع ہوتے ہیں۔ ایک جہاز جس کی رفتار ۱۵ میل فی گھنٹہ ہے، نقطہ تقاطع سے ۱۵ میل کے فاصلہ پر ہے، دوسرا جس کی رفتار ۲۰ میل فی گھنٹہ ہے، نقطہ سے ۱۰ میل پر ہے۔ دونوں جہازوں کے درمیان کم از کم فاصلہ دریافت کرو۔

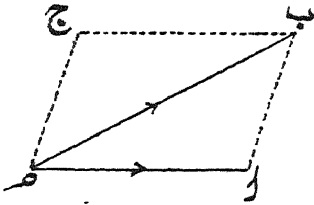
(۱۳) زمین کے نصف قطر کو ۶۳۷۷۴۶۶ × ۱۰^۶ میٹر مانا جائے تو خط استوا پر کسی نقطہ کی رفتار میٹر فی ثانیہ میں دریافت کرو۔

(۱۴) ایک ریل ایک افقی پٹری پر ۳۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے جا رہی ہے۔ بارش کو ہوا جس کی سمت حرکت وہی ہے جو ریل کی، اس طرح چلاتی ہے کہ وہ ۲۲′ فی ثانیہ کی رفتار سے انتصابی سے ۳۰° کا زاویہ بناتا گرتا ہے۔ پس ریل کے اندر کسی شخص کو پانی کس سمت میں برستا معلوم ہوگا؟

(۱۵) مشرق کی طرف ایک جہاز ۱۵ میل فی گھنٹہ کی شرح سے جا رہا ہے۔ وہ ایک مقام سے دوپہر کے وقت گزرتا ہے۔ دوسرا جہاز جو شمال کی طرف اسی رفتار سے چلتا ہے وہ اس مقام سے ۱/۳۰ بجے بعد دوپہر گزرتا ہے۔ وہ دونوں کس وقت ایک دوسرے سے قریب ترین ہوں گے اور پھر اُن کا فاصلہ کیا ہوگا؟

چھٹا باب

اسراع اور اسراعی حرکت

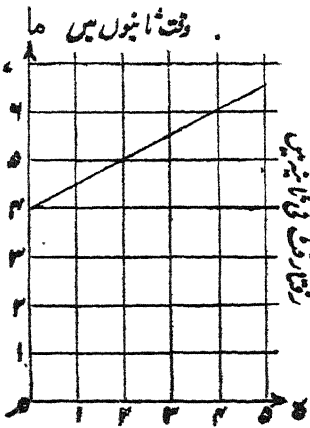
تبدیلی رفتار | فرض کرو کہ ایک نقطہ میں ایک رفتار ہے جس کو ہم م ا سے تعبیر کرتے ہیں۔ (شکل نمبر ۳۰) اب فرض کرو کہ اس کے بعد اسکی رفتار م ب ہو جائے۔

ا ب کو ملاؤ اور متوازی الاضلاع م ا ب ج کو مکمل کرو تو ہر دو رفتار م ا اور م ج کا حاصل رفتار م ب ہوگی۔ پس رفتار م ب پیدا کرنے کیلئے م ا میں رفتار م ج ملانے کی ضرورت ہے پس دی ہوئی مدت میں رفتار کی تبدیلی م ب ہوگی۔

شکل نمبر ۳۰

اس سے ظاہر ہوا کہ عام طور پر رفتار کی تبدیلی ہر دو رفتاروں کی قدروں کے فرق کے مساوی نہیں ہے۔ بلکہ اس سے مراد وہ رفتار ہے جو دی ہوئی رفتار سے ترکیب دیجائے تو مطلوبہ رفتار پیدا ہو۔ جبتک تبدیلی قدر اور سمت میں مستقل نہ ہوگی رفتار کی تبدیلی مستقل نہ ہوگی۔

اسراع اور ابطاء | ذیل کے مشاہدات سے حاصل کردہ رفتار وقتی منحنی پر غور کرو:۔

مدت ثانیوں میں	۰	۱	۲	۳	۴	۵
رفتار فٹ فی ثانیہ میں	۴٫۰	۴٫۵	۵٫۰	۵٫۵	۶٫۰	۶٫۵

شکل نمبر ۳۱

ترسیم شکل نمبر ۳۱ میں دکھلائی گئی ہے اس کے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ منحنی خط مستقیم ہے۔ پس جب رفتار وقتی ترسیم خطی ہو تو حرکت کو یکساں طور پر اسراعی حرکت کہتے ہیں، بشرطیکہ رفتار بڑھ رہی ہو۔ اگر رفتار گھٹ رہی ہو تو اس کو یکساں طور پر ابطائی حرکت کہتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ

ابطاء دراصل منفی جانب اسراع ہے۔ یکساں طور پر کہنے سے یہ مطلب ہے کہ رفتار میں اضافہ پائی
کی مساوی وقتوں میں مساوی ہے۔ پس اسراع کیلئے حسب ذیل تعریف ثابت ہوئی:۔
تعریف:۔ اسراع سے مراد تبدیلی رفتار کی شرح ہے۔ جب مساوی مدتوں میں خواہ وہ کتنی ہی قلیل
کیوں نہ ہوں، مساوی تغیر عمل میں آئیں تو اسراع کو یکساں اسراع کہتے ہیں۔
اسراع کی اکائی | اکائی اسراع سے مراد ایسے نقطے کا اسراع ہے جس کی حرکت ایسی ہو کہ
اکائی مدت میں اس کی رفتار میں اکائی رفتار کا تغیر واقع ہو جائے۔
چنانچہ کسی نقطے میں اسراع کی ن اکائیاں اس وقت ہوں گی جبکہ اس کی رفتار میں
فی اکائی مدت ن رفتاری اکائیوں کا تغیر واقع ہو۔
چنانچہ کسی متحرک نقطے میں اسراع کی ۱۰ اسمر ثانیہ اکائیاں ہوں تو اس میں فی اکائی مدت
تبدیلی رفتار ۱۰ اسمر فی ثانیہ ہوگی۔ اسی وجہ سے کہتے ہیں کہ اسراع ۱۰ اسمر فی ثانیہ فی ثانیہ ہے۔
اس کو ۱۰ اسمر (ثانیہ)^{2} بھی لکھتے ہیں۔
پس س۔ گ۔ ث نظام میں اکائی اسراع اسمر (ثانیہ)^{2} ہوگا۔ اور ف۔ پ۔ ث
نظام میں افٹ (ثانیہ)^{2}۔
اسراعوں کی ترکیب و تحلیل | کسی متحرک نقطہ کے اسراع میں چونکہ قدر اور سمت دونوں پائی جاتی ہیں۔
اسلئے رفتار کیطرح اسراع بھی ایک سمتی مقدار ہے۔ اس لئے رفتاروں کی ترکیب و تحلیل میں جو
ضابطے اور مسئلے ہم نے اخذ کیے ہیں اُن میں اگر رفتار کی بجائے اسراع کر دیا جائے تو وہ تمام
مسائل اور ضابطے اسراعوں کیلئے بھی درست ہوں گے اور بالعموم ہر سمتی کیلئے صحیح ہوں گے۔ اس بنا پر
رفتاروں کے متوازی الاضلاع کا اصول سمتیوں کے جمع کا قاعدہ کہلاتا ہے۔
بایں ہمہ بنظر سہولت اسراعوں کیلئے بھی ہم متوازی الاضلاع کا اصول بیان کیے دیتے ہیں:۔
اسراعوں کا متوازی الاضلاع:۔ اگر کسی متحرک نقطہ میں بہ یک وقت دو اسراع موجود ہوں، جنکو
سمت اور قدر میں ہم ایک نقطے سے کھینچے ہوئے کسی متوازی الاضلاع کے دو ضلعوں سے ظاہر
کر سکیں تو وہ ایسے اسراع کے معادل ہوں گے جو اس نقطہ میں سے گزرنے والے متوازی الاضلاع
کے وتر سے ظاہر ہوگا۔
اسراعی حرکت | فرض کرو کہ ایک ذرہ کسی خط مستقیم میں حرکت کرتا ہے۔ اور اس میں اسراع
پایا جاتا ہے، تو اس کی حرکت کی دریافت کے یہ معنی ہیں کہ ہم کو کسی آن ذرے کی رفتار،

اس کا طے کردہ فاصلہ، اس مسافت کی مدت وغیرہ معلوم ہو سکے۔ پس ذیل میں ہم ایک مسئلہ بیان کرتے ہیں جس کی مدد سے یہ تمام مقداریں دریافت ہو سکیں گی۔

<u>مسئلہ</u>:۔ ایک ذرہ ایک خط مستقیم میں حرکت کرتا ہے۔ اگر اس کی ابتدائی رفتار 'د' ہو، سمت حرکت میں اس میں مستقل اسراع 'ع' ہو، کسی مدت 'و' کے ختم پر اس کی رفتار 'ر' ہو اور اس مدت میں اس کی طے کردہ مسافت 'ف' ہو تو

$$(1)\quad \text{ر} = \text{د} + \text{ع}\,\text{و}$$

$$(2)\quad \text{ف} = \text{د}\,\text{و} + \tfrac{1}{2}\,\text{ع}\,\text{و}^2$$

$$(3)\quad \text{ر}^2 = \text{د}^2 + 2\,\text{ع}\,\text{ف}$$

ثبوت:۔ (۱) چونکہ اسراع یعنی فی اکائی مدت تبدیلی رفتار ع ہے اسلئے مدت و میں تبدیلی رفتار ع و ہوگی۔ لیکن چونکہ ذرہ میں ابتدائی رفتار د ہے اسلئے و کے ختم پر اس میں رفتار (د + ع و) ہوگی۔

$$\text{پس}\qquad \text{ر} = \text{د} + \text{ع}\,\text{و}$$

(۲) فرض کرو کہ مدت کے نصف پر رفتار = ر_1

$$\text{تو پہلے ضابطہ کی رو سے}\quad \text{ر}_1 = \text{د} + \text{ع}\,\frac{\text{و}}{2}$$

چونکہ اس مدت میں تبدیلی رفتار یکساں ہے اس لئے نصف مدت سے قبل کسی وقفہ $\frac{\text{و}}{2}$ پر رفتار ر_1 سے اتنی ہی کم ہوگی جتنی کہ نصف مدت کے بعد وقفہ $\frac{\text{و}}{2}$ پر رفتار ر_1 سے زیادہ ہوگی۔

پس چونکہ مدت و کو ہم مساوی وقفوں میں جفت جفت تقسیم کر سکتے ہیں، اس لئے طے کردہ مسافت اتنی ہی ہوگی جتنی کہ مدت و میں ذرہ رفتار ر_1 سے طے کرتا۔

$$\text{پس}\quad \text{ف} = \text{ر}_1 \times \text{و} = \left(\text{د} + \text{ع}\,\frac{\text{و}}{2}\right)\text{و} = \text{د}\,\text{و} + \tfrac{1}{2}\,\text{ع}\,\text{و}^2$$

<u>بدل</u>:۔ اس ضابطے کو ہم ترسیماً بھی حاصل کر سکتے ہیں:۔

حسب سابق رفتار وقتی ترسیم کھینچنے سے ہم کو ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے کیونکہ اسراع یکساں ہے۔ چنانچہ شکل ۳۲ میں یہ خط ا ب ہے۔ ب سے م ط پر عمود ب ج گراؤ تو

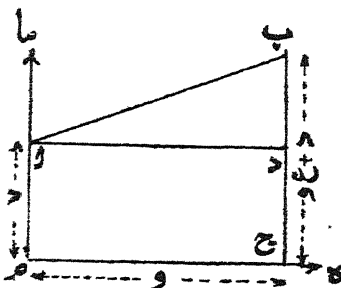
رقبہ م ا ب ج = مدت م ج یعنی و میں طے کردہ فاصلہ

شکل ۳۲

اب رقبہ م ا ب ج = ▭ م ا د ج + △ ا ب د

= م ج × ج د + ½ ا د × ب د

= و د + ½ و × ع و

= د و + ½ ع و²

اور یہی فاصلہ ف ہے۔ پس ف = د و + ½ ع و²

(۳) پہلی دو مساواتوں میں سے اگر و کو ساقط کر دیا جائے تو تیسرا علاقہ حاصل ہوتا ہے۔ چنانچہ

س² = (د + ع و)² = د² + ۲ د ع و + ع² و² = د² + ۲ ع (د و + ½ ع و²)

= د² + ۲ ع ف

خاص صورتیں :- اگر ذرہ حالت سکون سے آغاز کرے تو د =

لہذا اوپر کی مساواتیں سادہ تر ہو جاتی ہیں، جیسا کہ ذیل میں درج ہے :-

س = ع و ، ف = ½ ع و² ، س² = ۲ ع ف

مدت کے کسی معین وقفہ میں طے شدہ مسافت | اوپر کے دوسرے ضابطہ میں جو فاصلہ ہم نے معلوم کیا ہے وہ و ویں ثانیہ کی مسافت نہیں ہے۔ بلکہ و ثانیوں میں طے شدہ فاصلہ ہے اس لئے اگر و ویں ثانیہ کی مسافت دریافت کرنا ہو تو ذیل کا طریقہ کام میں لانا چاہئے :-

و ویں ثانیہ میں طے شدہ مسافت = (و ثانیوں میں طے کردہ مسافت) - (و-۱ ثانیوں میں طے کردہ مسافت)

= [د و + ½ ع و²] - [د (و-۱) + ½ ع (و-۱)²] = د + ½ ع [و² - (و-۱)²]

= د + ع (۲و-۱)/۲

پس حرکت کے پہلے، دوسرے، تیسرے .... ن ویں ثانیہ میں طے شدہ مسافت

د + ½ ع ، د + ³⁄₂ ع ، د + ⁵⁄₂ ع ، .... ، د + (۲ن-۱)/۲ ع ہو گی۔

یہ فاصلے حسابی سلسلے میں ہیں جن کا مشترک فرق = ع

جاذبہ کے تحت حرکت | جب کوئی جسم زمین کی سطح کی طرف یا اس سے دور حرکت کرتا ہے تو کہتے ہیں کہ وہ جاذبہ کے تحت حرکت کر رہا ہے۔ اس قسم کی حرکتوں پر قدیم یونانی بھی غور کر چکے تھے، چنانچہ ان میں پیش پیش ارسطو تھا۔ اسکی تعلیم یہ تھی کہ ہلکے جسموں کے مقابلے میں بھاری جسم زمین پر جلد تر گرتے ہیں۔ لوگ اس مسئلہ کو بے چون و چرا تسلیم کرتے رہے تا آنکہ گیلیلیو اطالوی (۱۵۶۴ — ۱۶۴۲ء) نے یہ ثابت کر دکھایا کہ دو جسم، جن میں سے ایک

کی کمیت دوسرے سے دس گنا تھی، ایک ساتھ چھوڑے جانے پر زمین پر ایک ساتھ گرے۔ یہ تجربے پیسا کے برج مائل پر کئے گئے تھے۔ ان تجربوں نے پرانے مسائل کو باطل ٹھیرایا اور نئے تجربی مسئلوں کی بنیاد ڈالی۔ گیلیلیو کے بعد نیوٹن [۱۶۴۲ - ۱۷۲۷ء] نے ان کو پروان چڑھایا۔ اس نے پر اور سکہ والا تجربہ اس کے لئے ایجاد کیا۔ اس نے ہوا میں پر اور سکے (گنی) کو گرنے دیا۔ تو سکہ زمین پر پہلے پہنچ گیا۔ اس کا سبب یہ معلوم ہوا کہ ہوا پر کی حرکت میں مزاحم ہوتی ہے چنانچہ ایک مخلیٰ نلی میں تجربہ کیا گیا تو پر اور سکہ دونوں ساتھ گرے۔

گرتے اجسام کا اسراع مذکورہ بالا تجربوں کے علاوہ دیگر تجربوں سے بھی یہ بات ثابت ہوتی ہے، کہ اگر خلاء میں کسی جسم کو زمین پر گرنے دیا جائے تو اس میں ایسا اسراع پیدا ہوگا جو اس مقام کے لئے تو مستقل ہوگا، لیکن مختلف مقاموں کے لئے قدرے مختلف ہوگا۔ اس اسراع کو "اسراع بوجہ جاذبۂ زمین" یا صرف "جاذبی اسراع" کہتے ہیں۔ اس کو ہم ہمیشہ 'ج' سے ظاہر کریں گے۔

س۔گ۔ ث نظام میں اسکی قیمت حیدرآباد کیلئے ۹۷۸٫۵ سمر (ثانیہ)^{2} ہے۔ اور لندن کے لئے ۹۸۱ سمر (ثانیہ)^{2} ہے۔ ف۔ پ۔ ث نظام میں اسکی قیمت تقریباً ۳۲ (ثانیہ)^{2} ہے۔

جاذبہ کے تحت انتصابی حرکت فرض کرو کہ ایک جسم سطح زمین کے کسی نقطہ سے ابتدائی رفتار 'ر' کے ساتھ انتصاباً اوپر کی جانب پھینکا جاتا ہے۔ جسم کا اسراع حرکت کی ابتدائی سمت کے خلاف ہے۔ اس لئے وہ -ج ہوگا۔ اسی کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ جسم کی رفتار کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ یہاں تک کہ وہ مفقود ہو جاتی ہے۔ اس وقت جسم تھوڑی دیر کیلئے ساکن ہو جاتا ہے، لیکن پھر اسمیں نیچے کی جانب ایک رفتار پیدا ہو جاتی ہے۔ اور وہ اپنے راستہ پر واپس آنے لگتا ہے۔

کسی معین بلندی کیلئے مدت :- مدت و میں جس بلندی ب تک جسم پہنچتا ہے اس کو معلوم کرنے کے لئے اوپر کے ضابطہ (۲) میں ع کی جگہ -ج درج کرو تو

$$ف = ر و - \frac{1}{2} ج و^{2}$$

یہ ایک دوسرے درجہ کی مساوات ہے جس کی دونوں اصلیں مثبت ہیں۔ کمتر اصل سے تو وہ مدت حاصل ہوتی ہے، جس میں وہ جسم ایک معین بلندی تک اوپر جاتے وقت پہنچتا ہے۔ اور فزوں تر اصل سے نیچے اترتے وقت اسی بلندی کے لئے مدت ملتی ہے۔

چنانچہ ایک جسم اگر ۶۴ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کرے تو ۴۸ فٹ کی بلندی تک پہنچنے کے لئے مدت

$$۴۸ = ۶۴ و - \frac{1}{2} \times ۳۲ \times و^{2}$$ سے حاصل ہوگی۔

چنانچہ و = ½ یا ۳/۲

اس کے یہ معنی ہیں کہ ذرہ آغاز حرکت سے نصف ثانیہ بعد ۲۰ ' کی بلندی تک پہنچتا ہے۔ اور پھر ۳ ثانیہ کے بعد اسی بلندی سے گزرتا ہے۔

<u>کسی معین بلندی پر رفتار</u>:۔ اس کے لئے ہم کو ضابطہ (۳) استعمال کرنا چاہئے۔ چنانچہ

ر² = د² - ۲ ج ف

پس کسی معین بلندی پر رفتار وقت آغاز کے تابع نہیں ہے۔ اس لئے خواہ جسم اوپر جاتا ہو یا نیچے آتا ہو رفتار ایک ہی رہتی ہے۔

<u>اعظم بلندی</u>:۔ بلند ترین نقطہ پر رفتار صفر ہوتی ہے۔ اس لئے اگر اعظم بلندی ا ہو تو

۰ = د² - ۲ ج ا

∴ ا = د² / ۲ ج

<u>سکون سے کسی معین انتصابی سقوط کی وجہ سے رفتار</u>:۔ اگر کوئی جسم سکون سے گرایا جائے تو ایک بلندی ب میں گرنے کے بعد اس کی رفتار دریافت کرنے کے لئے مساوات (۳) میں د = ۰، ع = ج، ف = ب ہو تو

ر = √(۲ ج ب)

مشقی سوالات ۲

(۱) ایک گولا جس میں رفتار ۳۰' فی ثانیہ کی ہے، ۵ ثانیوں تک حرکت کرتا ہے تو اس کی رفتار ۷۰' فی ثانیہ ہو جاتی ہے۔ بتلاؤ اس کا اسراع کیا ہے؟

ر = د + ع و ، ۷۰ = ۳۰ + ع × ۵ ∴ ع = ۸' (ثانیہ)²

(۲) ایک جسم میں اسراع ۴' (ثانیہ)² کا ہے۔ اور سکون سے آغاز کر کے ایک معین مدت میں ۲۰۰' کا فاصلہ طے کر لیتا ہے۔ اس وقت اس کی رفتار کیا ہے؟

ر² = د² + ۲ ع ف = ۲ × ۴ × ۲۰۰ = ۱۶۰۰ ∴ ر = ۴۰' فی ثانیہ

(۳) ایک جسم میں ۴۰' فی ثانیہ کی ابتدائی رفتار ہے۔ اس کا اسراع ۳' فی ثانیہ فی ثانیہ ہے۔ ۸۰۰' کا فاصلہ طے کر لینے کے بعد اس کی رفتار کیا ہوگی۔

سا^2 = د^2 + ۲ ع ف = (۴۰)^2 × ۲ × ۳ × ۸۰۰ = ۶۴۰۰ ∴ سا = ۸۰ فٹ فی ثانیہ

(۴) ایک جسم برف پر ۶۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کرتا ہے۔ اس میں ۶ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ کا منفی اسراع ہے۔ ۵ ثانیوں کے ختم پر اس کی رفتار اور اس مدت میں طے شدہ فاصلہ دریافت کرو۔

سا = د + ع و = ۶۰ + (−۶) × ۵ = ۳۰ فٹ فی ثانیہ

ف = د و + $\frac{1}{2}$ ع و^2 = ۶۰ × ۵ + $\frac{1}{2}$ (−۶) ۵^2 = ۲۲۵ فٹ .

(۵) ایک ذرہ میں ابتدائی رفتار ۱۲۵ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ کی ہے۔ اس میں اسراع (ل) ۱۰ سمر (ثانیہ)^2 (ب) −۱۰ سمر (ثانیہ)^2 ہے۔ ہر دو صورتوں میں ۴۲۰ کا فاصلہ طے کرنے میں کتنی مدت درکار ہوگی؟

(ل) ف = د و + $\frac{1}{2}$ ع و^2 ∴ ۴۲۰ = ۱۲۵ و + $\frac{1}{2}$ × ۱۰ × و^2

∴ و^2 + ۲۵ و − ۸۴ = ۰ ∴ و = ۳ یا −۲۸

پس آغاز سے ۳ ثانیہ بعد ذرہ ۴۲۰ سمر کے فاصلہ پر ہوگا۔

و کی دوسری قیمت سے یہ پتہ چلتا ہے کہ ذرہ کو نقطہ آغاز سے ۴۲۰ سمر کے فاصلہ سے ایسی رفتار سے چلانا ممکن ہے کہ وہ ۲۸ ثانیہ بعد نقطۂ آغاز میں سے گزرے اور اس کی رفتار ۱۲۵ سمر فی ثانیہ ہو۔ پس و کی دونوں صورتیں ٹھیک ٹھیرتی ہیں۔

(ب) یہاں ۴۲۰ = ۱۲۵ و − $\frac{1}{2}$ ۱۰ و^2 یا و^2 − ۲۵ و + ۸۴ = ۰

∴ و = ۴ یا ۲۱

پس ذرہ آغاز ۴ ثانیہ بعد ۴۲۰ سمر کے فاصلہ پر پہنچے گا۔ اس کے بعد بھی وہ بڑھتا رہے گا۔ لیکن چونکہ اس میں منفی اسراع ہے اس لئے وہ ایک مقام تک جاکر ساکن ہو جائے گا، پھر وہاں سے پلٹے گا اور دوبارہ نقطہ آغاز سے ۴۲۰ سمر کے فاصلہ پر ہوگا۔ اس میں اس کو ۲۱ ثانیے لگیں گے۔ پس یہاں بھی و کی دونوں قیمتیں صحیح قرار پاتی ہیں۔

(۶) ایک گولا ۸۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے اوپر پھینکا جاتا ہے، کتنے عرصہ بعد وہ ساکن ہو جائیگا۔

سا = د − ج و، یعنی ۰ = ۸۰ − ج و ∴ و = $\frac{۸۰}{ج}$ = $\frac{۸۰}{۳۲}$ = ۲٫۵ ثانیہ

(۷) ایک جسم سکون سے آغاز کرکے ۱۰ ثانیوں تک آزادانہ گرتا ہے۔ اس مدت میں اس نے کتنا فاصلہ طے کیا۔

ف = $\frac{1}{2}$ ج و^2 = $\frac{1}{2}$ × ۳۲ × ۱۰۰ = ۱۶۰۰ فٹ

(۸) ایک ریل، جو ۶۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے حرکت کرتی ہے وہ یکساں ابطاء کے ساتھ

۳ دقیقوں میں ساکن ہو جاتی ہے۔ ابطار دریافت کرو اور یہ بھی بتلاؤ کہ ساکن ہونے سے پہلے ریل کتنا فاصلہ طے کرتی ہے ؟

(۹) ایک ذرہ یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ آغاز سے ۱۱ ویں اور ۱۵ ویں ثانیہ میں وہ علی الترتیب ۷۲۰ اور ۹۶۰ سمر کے فاصلے طے کرتا ہے۔ اس کی ابتدائی رفتار اور اس کا اسراع دریافت کرو۔

(۱۰) ایک جسم ۱۰۰ سمر فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت آغاز کرتا ہے۔ اس میں ۔ ۲ سمر (ثانیہ)^2 کا اسراع ہے۔ اس کی رفتار کب صفر ہو جائے گی اور وہ کتنا فاصلہ طے کر لے گا ؟

(۱۱) ایک ذرہ ۲۰۰ سمر فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت آغاز کرتا ہے۔ اور ایک خط مستقیم میں ۱۰ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ کے ابطار سے حرکت کرتا ہے۔ ۱۵۰۰ سمر کے طے کرنے میں اس کو کتنی مدت درکار ہو گی ؟ دو ہرے جواب کی توجیہ کرو۔

(۱۲) ایک ذرہ شمال مشرقی سمت میں ۶ فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ اس میں ۸ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع شمال کی جانب ہے اور ۴ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع مشرق کی جانب، ایک ثانیہ کے ختم پر اس کا محل دریافت کرو۔

(۱۳) ایک ذرہ آغاز بہ سکون، یکساں اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ اس کی رفتار ۵ ثانیہ کے بعد ۱۶۰ فی ثانیہ ہو جاتی ہے۔ اسراع دریافت کرو۔

(۱۴) ایک ذرہ ۳۲ فی ثانیہ فی ثانیہ کے منفی اسراع سے حرکت کرتا ہے۔ اس کو ۱۶۰ فی ثانیہ کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے۔ بتلاؤ وہ کب ساکن ہو گا۔ اور ۱۰ ثانیہ کے بعد اس کی رفتار کیا ہو گی ؟

(۱۵) ایک ذرہ رفتار ح سے حرکت کرتا ہے۔ اور اس میں اسراع ۔ ع ہے، ثابت کرو کہ وہ ایک وقفہ $\frac{ح}{ع}$ ثانیہ کے بعد ساکن ہو جائے گا اور نقطۂ آغاز میں سے $\frac{ح^2}{2ع}$ ثانیہ کے بعد گزرے گا۔

(۱۶) ایک پتھر ایک کنوئیں میں پھینکا جاتا ہے۔ پتھر کے پانی میں گرنے کی آواز ۷ $\frac{1}{2}$ ثانیوں میں سُنائی دیتی ہے۔ اگر آواز کی رفتار ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ ہو تو کنوئیں کی گہرائی معلوم کرو۔

(۱۷) ایک پتھر ایک پہاڑی پر سے پانی میں ڈالا جاتا ہے۔ پتھر کے گرنے کی آواز ۹ $\frac{1}{2}$ ثانیوں کے بعد سُنائی دیتی ہے۔ آواز کی رفتار ۱۱۵۰ فٹ فی ثانیہ ہو تو پہاڑی کی بلندی دریافت کرو

(۱۸) ایک پتھر انتصاباً اوپر ایسی رفتار سے پھینکا جاتا ہے کہ وہ ۱۰۰ کی بلندی تک پہنچ جاتا

ہے۔ دو ثانیوں کے بعد ایک دوسرا پتھر اس مقام سے اور اسی رفتار سے پھینکا جاتا ہے۔ بتلاؤ کہ پتھر کب اور کہاں ملیں گے۔

(۱۹) ایک برج ۲۲۸ ٹ بلند ہے۔ ایک جسم برج کی چوٹی سے نیچے ڈالا جاتا ہے اور دوسرا اسی وقت زمین سے انتصاباً اوپر کی طرف پھینکا جاتا ہے۔ دونوں بیچوں بیچ میں ملتے ہیں۔ تو اوپر جانے والے جسم کی رفتار دریافت کرو اور جس وقت وہ اترتے جسم سے ملتا ہے اس وقت اُس کی رفتار کیا ہوگی؟

(۲۰) ایک جسم اوپر کی جانب رفتار ر سے پھینکا جاتا ہے۔ و ثانیہ کے بعد دوسرا جسم اسی طرح اسی رفتار سے پھینکا جاتا ہے بتلاؤ کہ وہ کب اور کہاں ملیں گے؟

ساتواں باب

نیوٹن کے کلیاتِ حرکت

تمہید | پچھلے بابوں میں ہم نے حرکت کی چند صورتوں سے بحث کی ہے۔ لیکن ان اثرات کا ہم نے ذکر نہیں کیا جو ان حرکتوں میں تغیر پیدا کرتے ہیں۔ بالفاظ دیگر ہم اس باب میں حرکت کی پیدائش سے بحث کرنا چاہتے ہیں۔ حرکت نتیجہ ہوتی ہے قوت کے عمل کا۔ لہٰذا ہم سب سے پہلے اسی سے بحث کریں گے۔

قوت | قوت وہ ہے جو کسی جسم کی حالت سکون یا یکساں حرکت کی حالتیں تغیر پیدا کرے یا پیدا کرنیکا اقتضا رکھے۔

قوت کا مفہوم ہمارے ذہن میں اس عضلاتی کوشش سے پیدا ہوتا ہے جو ہم کسی جسم کو حرکت میں لانے میں کرتے ہیں۔ مثلاً جب ہم کسی پتھر کو اوپر پھینکتے ہیں یا کسی بھاری پتھر کو اٹھا کر گاڑی میں چڑھاتے ہیں تو اس کے لئے ہمارے عضلات کو ایک کوشش کرنا پڑتی ہے۔ بڑے جسموں کیلئے یہ کوشش زیادہ ہوتی ہے اور چھوٹے جسموں کیلئے کم۔ لیکن جب کوئی جسم حرکت میں آجاتا ہے تو پھر اس کو روکنے کیلئے مکرر عضلاتی کوشش کی ضرورت ہوتی ہے۔ اور حرکت جتنی تیز ہوتی ہے کوشش بھی اتنی ہی زیادہ کرنی پڑتی ہے۔

ان امور کے مدنظر ہم قوت کی تعریف یوں بھی کر سکتے ہیں:۔

قوت سے مراد وہ عمل ہے جو ایک جسم دوسرے جسم پر کرتا ہے اور جس کا اقتضا یہ ہوتا ہے کہ جسم معمول کی حرکت بدل جائے۔

جب کوئی شخص بالٹی اٹھاتا ہے تو اس کا ہاتھ بالٹی پر ایک قوت سے عمل کرتا ہے جس سے بالٹی کی حالت حرکت بدل جاتی ہے۔ ممکن ہے کہ جو قوت بالٹی پر لگائی گئی ہے وہ اس کو اٹھانے کیلئے کافی نہ ہو۔ اس صورت میں قوت میں جسم کی حالت بدلنے کا صرف اقتضا ہو گا۔ پس نتیجہ یہ نکلا کہ جب کوئی قوت کسی جسم پر عمل کرتی ہے تو اس پر دو اثرات مترتب ہوتے ہیں، ایک تو یہ کہ قوت جسم کی جسامت یا شکل کو بدل دیتی ہے یا اگر جسم آزادانہ حرکت کر سکتا ہے تو قوت اس کی رفتار کو بدل دیتی ہے۔ رفتار میں تبدیلی سمت یا قدر یا دونوں کے اعتبار سے ہو سکتی ہے۔

نیوٹن کے کلیاتِ حرکت | حرکت کے متعلق نیوٹن نے تین کلیے بیان کیے تھے جو حسب ذیل ہیں:۔

(۱) ہر جسم اپنی حالت سکون یا خط مستقیم میں یکساں حرکت کو قائم رکھتا ہے تا آنکہ خارجی عاملہ قوتیں اس کو تغیر پر مجبور نہ کریں۔

(۲) ہر جسم کی مقدارِ حرکت کی شرح تغیر جسم پر عاملہ قوت کے متناسب ہوتی ہے اور اسی سمت میں ہوتی ہے جس میں قوت عاملہ عمل کرتی ہے۔

(۳) ہر عمل کیلئے ایک مساوی اور مخالف ردعمل ہوتا ہے۔

نیوٹن کے یہ کلیے درحقیقت تعریف اور علوم متعارفہ کے ذیل میں آتے ہیں۔ دراصل وہ چند بیانات ہیں جن کی بنیاد طبعی احساسات اور حرکت کے عام مشاہدات پر ہے۔ ان کلیوں کی بنیاد پر ہم قوت اور حرکت کا مطالعہ کرسکتے ہیں۔ اسیواسطے اس علم حرکت کو ہم نیوٹنی علم حرکت کہتے ہیں۔ دوسری تعریفات اور دوسرے اساسی کلیوں کی بنا پر حرکت کے دوسرے نظام بھی قائم کیے گئے ہیں، لیکن ان سب میں نیوٹنی نظام مشاہدات سے قریب ترین ہے۔

ہم ان کلیوں کا ثبوت صحیح طریقہ پر نہیں پیش کرسکتے۔ ان کلیوں کو تسلیم کرنے کی وجہ ہمارے پاس سب سے بڑی یہ ہے کہ ان سے جو نتائج ہم اخذ کرتے ہیں اُن کو ہم تجربے کے مطابق پاتے ہیں۔

اب ہم ہر کلیہ پر تفصیل سے بحث کرنا چاہتے ہیں۔

پہلا کلیہ | اس کلیہ کو جمود کا کلیہ بھی کہتے ہیں۔ جمود پر ہم دوسرے باب میں بحث کرچکے ہیں اور وہاں ہم نے توضیحی مثالیں بھی درج کی ہیں۔ اس کلیہ میں "آزاد حرکت" کو تسلیم کرلیا گیا ہے اور یہ بھی دعویٰ مضمر ہے کہ کسی قسم کا اندرونی عمل کسی جسم کی حالت حرکت پر بحیثیت مجموعی اثر انداز نہیں ہوسکتا۔

آزاد حرکت سے مراد اس کلیہ میں خط مستقیم میں یکساں حرکت ہے۔ تجربے سے ہم کسی طرح اسکی تصدیق نہیں کرسکتے۔ اگرچہ یہ ضرور ہے کہ آزاد حرکت کی جتنی شرائط کی ہم پابندی کرسکیں گے، اتنی ہی حرکت خط مستقیم میں یکساں حرکت کے قریب تر ہو جائے گی۔ غالباً بہترین مثال اس کی یہ ہوگی کہ خشک اور سخت برف کا ایک ٹکڑا خشک اور ہموار برف کی سطح پر حرکت کرے۔

حرکت کی بالعموم دو قسمیں ہوتی ہیں، ایک حرکت انتقال اور دوسری حرکت محوری۔ حرکت انتقال سے مراد خط مستقیم میں حرکت ہے اور کسی محور کے گرد گردش محوری حرکت ہے۔ اس بنا پر جمود بھی دو قسم کے ہوں گے۔ ایک جمود خطی اور دوسرا محوری۔ جو کلیہ اوپر بیان ہوا اس کا تعلق خطی جمود سے ہے۔ محوری جمود کے لئے کلیہ حسب ذیل ہوگا:۔

ہر جسم ایک ثابت محور کے گرد یکساں طور پر گردش کرتا رہتا ہے تاآنکہ ایک بیرونی قوت اس پر عمل کرے، جس کا نقطۂ عمل محور گردش پر نہ واقع ہو۔

دوسرا کلیہ | اس کلیہ میں "مقدارِ حرکت" کا مفہوم شامل ہے۔ اس سے ہم کو قوت کی کمی تعریف حاصل ہوتی ہے۔ اس لئے اس کو "قوت کا کلیہ" بھی کہتے ہیں۔

مقدار حرکت کو اصطلاحاً معیار حرکت کہتے ہیں۔ اور کسی جسم کے معیار حرکت سے مراد اس جسم کی کمیت اور رفتار کا حاصل ضرب ہے۔ پس اگر م معیار حرکت ہو ، ک جسم کی کمیت ہو اور سا اس کی رفتار ہو تو   م = ک سا

اب فرض کرو کہ یہ جسم ایک ابتدائی رفتار سا۱ سے حرکت کرتا ہے اور فرض کرو کہ سمت حرکت میں عاملہ قوت "ق" ہے۔ قوت کے عمل کا نتیجہ یہ ہوگا کہ جسم کی مقدار حرکت بدل جائے گی اور اگر قوت ایک مدت و تک عمل کرتی رہے تو جسم کی رفتار بدل کر سا۲ ہو جائے گی۔

پس جسم کا ابتدائی معیار حرکت = ک سا۱   اور   انتہائی معیار حرکت = ک سا۲

∴ معیار حرکت کا تغیر = ک سا۲ − ک سا۱ = ک (سا۲ − سا۱)

∴ " کی شرح تغیر = ک (سا۲ − سا۱) / و

دوسرے کلیے کی رو سے یہ شرح تغیر قوت عاملہ کے متناسب ہے۔

∴ ق × ک (سا۲ − سا۱) / و   ک × (رفتار کی شرح تغیر) جبکہ ک مستقل ہو۔

× ک × ع   جہاں ع = جسم کا اسراع

∴ ق = ل ک ع   جہاں ل = ایک تناسبی مستقل

اب قوت کی اکائی ایسی مقرر کرو کہ وہ اکائی کمیت میں اکائی اسراع پیدا کرے۔

پس ک = ۱، ع = ۱، ق = ۱   ∴ ل = ۱

∴ ق = ک ع

س۔ گ۔ ث نظام میں قوت کی اکائی ایک ڈائن ہے۔ ایک ڈائن سے مراد وہ قوت ہے جو ایک گرام کی کمیت میں ایک سم فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کرے۔

اسی طرح ف۔ پ۔ ث نظام میں قوت کی اکائی ایک پونڈل ہے۔ ایک پونڈل سے مراد وہ قوت ہے جو ایک پونڈ کی کمیت میں ایک پونڈ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کرے۔

اوپر کی تقریر سے ظاہر ہو گیا کہ دوسرے کلیے سے ہم کو قوت کی کمی تعریف حاصل ہوتی ہے۔ اس کو ہم حسب ذیل طریقوں پر ادا کر سکتے ہیں:

اکائی قوت سے معیار حرکت کی شرح میں اکائی تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔

یا   قوت = کمیت × اسراع

یا   اسراع = قوت عاملہ / کمیت معمولہ

قوت کی اکائی اور وزن کی اکائی میں علاقہ | اس سے پیشتر ہم بیان کر چکے ہیں کہ جب کوئی جسم خلا میں آزادانہ گرتا ہے تو اس میں بوجھ جاذبہ زمین ایک اسراع 'ج' پایا جاتا ہے۔ اور جو قوت یہ اسراع پیدا کرتی ہے وہ جسم کا وزن کہلاتی ہے۔

چونکہ اکائی قوت سے اکائی کمیت میں اکائی اسراع پیدا ہوتا ہے اس لئے اکائی کمیت پر قوت کی 'ج' اکائیاں عمل کریں تو اس میں اسراع کی 'ج' اکائیاں پیدا ہوں گی۔ لیکن اکائی کمیت کا وزن اُس میں اسراع کی 'ج' اکائیاں پیدا کرتا ہے۔

∴ اکائی کمیت کا وزن = قوت کی 'ج' اکائیاں،

س۔گ۔ث نظام میں ج = ۹۷۸٫۵ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ (حیدرآباد کے لئے)

∴ ۱ گرام = ۹۷۸٫۵ ڈائن

∴ ۱ ڈائن = $\frac{۱}{۹۷۸٫۵}$ گرام

اسی طرح ۱ پونڈ = ۳۲ پونڈل

یا ۱ پونڈل = $\frac{۱}{۳۲}$ پونڈ

چونکہ 'ج' کی قیمت مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے اس لئے اکائی کمیت کا وزن مستقل نہیں ہوتا بلکہ زمین کے مختلف مقامات پر مختلف ہوتا ہے۔

پونڈل کے مقابلے میں ڈائن بہت چھوٹی اکائی ہے۔ دونوں میں نسبت حسب ذیل ہے:۔

$$\frac{\text{۱ پونڈل}}{\text{۱ ڈائن}} = \frac{\frac{۱}{۳۲}\ \text{وزن ایک پونڈ کا}}{\frac{۱}{۹۷۸٫۵}\ \text{وزن ایک گرام کا}} = \frac{۹۷۸٫۵}{۳۲} \times \frac{\text{۱ پونڈ}}{\text{۱ گرام}} = \frac{۹۷۸٫۵}{۳۲} \times ۴۵۳٫۶$$

∴ ۱ پونڈل = ۱۳۸۰۰ ڈائن تقریباً۔

دوسرا کلیہ تجاذبی اکائیوں میں | پونڈل اور ڈائن کو مطلق اکائیاں کہتے ہیں، کیونکہ ان کی قیمتوں کا انحصار ج کی قیمت پر نہیں ہے۔ ایک پونڈ اور ایک گرام کے وزن کی قیمتوں کا انحصار 'ج' پر ہے اس لئے ان کو تجاذبی اکائیاں کہتے ہیں۔

اب اگر نیوٹن کے دوسرے کلیے سے قوت کی جو قیمت حاصل کی ہے اسکو بجائے مطلق اکائیوں کے تجاذبی اکائیوں میں بیان کیا جائے تو پھر مساوات ق = ل ک ع میں ل کی قیمت اکائی نہیں رہتی۔ اس لئے اکائیوں کے التباس سے بچنے کیلئے ہم کلیہ کو ذیل کی شکل میں لکھ سکتے ہیں:۔

فرض کرو ق = جسم پر عمل کرنیوالی قوت پونڈ وزن میں، ع = جسم کا اسراع فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ میں

ج = آزادانہ گرنیوالے جسم کا اسراع فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ میں ب = جسم کا وزن پونڈ میں

تو $\frac{ق}{ع} = \frac{ب}{ج} = \frac{ب}{۳۲}$ ∴ ق = $\frac{ب ع}{۳۲}$

اگر وزن گراموں میں ہو، اسراع سمر فی ثانیہ فی ثانیہ میں ہو، اور قوت گرام وزن میں ہو تو

ق = $\frac{ب ع}{۹۷۸٫۵}$ جہاں ۹۷۸٫۵ = جاذبی اسراع سمر فی ثانیہ فی ثانیہ میں (حیدرآباد دکن کیلئے)

یا $\frac{ق}{ب} = \frac{ع}{۹۷۸٫۵} = \frac{ع}{ج}$

اسی سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کسی جسم کا وزن اسکی کمیت کے متناسب ہوتا ہے چنانچہ فرض کرو کہ

ب۱، ب۲ = دو جسموں کے وزن، ک۱، ک۲ = ان کی کمیتیں

تو چونکہ دونوں میں اسراع 'ج' مشترک ہے۔

∴ ب۱ = ک۱ ج، ب۲ = ک۲ ج

∴ ب۱ : ب۲ = ک۱ : ک۲

پس جن جسموں کے وزن مساوی ہیں اُن کی کمیتیں بھی مساوی ہوں گی۔ اور اگر دونوں کی نسبت معلوم ہو تو کمیتوں میں بھی وہی نسبت ہو گی۔

کمیت اور وزن میں امتیاز ہر متعلم کو چاہیے کہ جسم کی کمیت اور اسکے وزن کے درمیان جو امتیاز ہے اسکو اچھی طرح سمجھ لے۔ چونکہ وزنوں کے ذریعہ سے کمیتوں کے معلوم کرنیکی عادت ہوتی ہے اسلئے دونوں میں بعض اوقات فرق نہیں کیا جاتا۔

اگر توپ کے ایک گولے کو ہم زمین کے مرکز پر لیجائیں تو وہاں اس میں کوئی وزن نہ ہوگا۔ اگر اسکو حرکت میں لایا جائے تو اس کو روکنے کیلئے اتنی ہی قوت درکار ہوگی جتنی کہ اس کو متحرک کرنے میں صرف ہوئی۔ پس ہوسکتا ہے کہ کسی جسم کا کوئی وزن ہی نہ ہو، لیکن اس کی کمیت میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوتا۔

یہ التباس اس وجہ سے واقع ہوتا ہے کہ لفظ 'پونڈ' کو دو معنوں میں استعمال کیا جاتا ہے، ایک تو "ایک پونڈ کی کمیت" کیلئے اور دوسرے "ایک پونڈ کے وزن" کیلئے۔ حقیقت میں پونڈ صرف کمیت ہے۔ اور جب ہم اس قوت کا ذکر کریں جس سے زمین اس کمیت کو کشش کرتی ہے تو ہمیں "ایک پونڈ کا وزن" کہنا چاہیے۔ اسی کو ہم مختصراً پونڈ کہہ دیتے ہیں۔

مثلاً جب ہم کہتے ہیں "۲۰ پونڈ وزنی گولا" تو در اصل ہمارا مطلب اس سے یہ ہے کہ "ایک گولا جس کا وزن ۲۰ پونڈ کے وزن کے برابر ہے"۔ گولے کی کمیت ۲۰ پونڈ ہے۔ اس کا وزن ۲۰ ج پونڈل ہے۔

ترازو اور کمانیدار ترازو سے تولنا ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں کہ ج کی قیمت مختلف مقامات زمین پر بدلتی رہتی ہے۔ جب ہم چاہ جیسی کسی چیز کو وزن کرتے ہیں تو ہم چاہ میں کمی بیشی کرتے ہیں تا آنکہ چاہ کا وزن دھات کے چند ٹکڑوں کے وزن کے برابر ہو جائے۔ لہذا جیسا اوپر ذکر ہو چکا چاہ کی کمیت

وہی ہو گی جو اُن ٹکڑوں کی ہے۔ پس ترازو سے ہم کمیتوں کی پیمائش کرتے ہیں نہ کہ وزنوں کی۔ اس لئے چار کا ظاہری وزن ہر جگہ ایک ہی رہے گا۔

لیکن جب کمانیدار ترازو استعمال کیجاتی ہے تو اس میں ہم چار کے وزن کا مقابلہ اس قوت سے کرتے ہیں جو کمانی کو ایک خاص فاصلہ تک کھینچنے کیلئے کافی ہوتی ہے۔ پس اگر ہم چار اور کمانیدار ترازو کو ایک مقام سے دوسرے مقام پر لیجائیں تو چار کے وزن میں فرق واقع ہو جائے گا۔ یعنی اب چار کا وزن کمانی کو اس فاصلہ تک نہ کھینچ سکیگا اس لئے چار کا ظاہری وزن مختلف مقامات پر مختلف معلوم ہو گا۔ چنانچہ فرض کرو کہ ا اور ب دو مقامات ہیں اور ا پر ج کی قیمت ب والی قیمت سے زیادہ ہے تو کمانیدار ترازو کی رو سے ا پر چار کا وزن ب والے وزن سے زیادہ ہو گا۔

دھکا اوپر سے پاروں سے یہ معلوم ہو چکا کہ کسی آزاد کمیت پر عاملہ قوت اس کے معیار حرکت کو تبدیل کر دیتی ہے جس کا انحصار قوت پر ہوتا ہے اور اس مدت پر جس میں قوت عمل کرتی ہے۔ اگر ایک قوت ق کمیت ک کے ایک جسم پر عمل کرے، تو وہ اسمیں ایک اسراع 'ع' پیدا کر دیتی ہے، اس طرح کہ ق = ک ع

اگر یہ قوت مدت و کیلئے عمل کرے تو جسم کی رفتار میں تبدیلی سا = ع و ہو گی۔ اور معیار حرکت میں تبدیلی = ک سا = ک ع و = ق و

ایسی صورتیں بھی ہوتی ہیں جن میں ایک بہت بڑی قوت ایک بہت تھوڑے عرصہ کیلئے عمل کرتی ہے۔ اس لئے نہ تو قوت کی پیمائش ممکن ہوتی ہے اور نہ وقت کی۔ اس کی مثال عملاً ہم کو نہیں ملتی، لیکن اگر کسی گھن سے ایک ضرب لگائی جائے یا بلیرڈ کے دو گیند ٹکرائیں یا پھر ٹینس کے بلے سے گیند کو مارا جائے تو یہ مثالیں ایک بہت بڑی قوت کی ہیں جو نہایت قلیل مدت کیلئے عمل کرتی ہے۔ پس ایسی قوتیں جو بہت قلیل مدت کیلئے عمل کرتی ہیں دھکے کی قوتیں کہلاتی ہیں۔

کسی معین وقت میں کسی قوت کے دھکے سے مراد اس قوت [اگر وہ مستقل ہو اگر متغیر ہو تو اسکی اوسط قیمت] اور اس کی مدت عمل کا حاصل ضرب ہے۔ یعنی

دھکا ح = ق و

دھکے کی نوعیت وہی ہے جو معیار حرکت کی تبدیلی کی ہے۔ دھکے کی قیمت معیار حرکت کی مجموعی تبدیلی کے مساوی ہوتی ہے۔ اس بنا پر ہم دوسرے کلیہ کو یوں بھی بیان کر سکتے ہیں:-

ایک معین مدت میں کسی ذرے کے معیار حرکت کی تبدیلی اس قوت کے دھکے کے مساوی ہوتی ہے جو یہ تبدیلی پیدا کرتی ہے، اور اسی سمت میں ہوتی ہے۔

قوتوں کی طبعی آزادی | دوسرے کلیہ سے یہ واضح ہوتا ہے کہ کسی قوت سے حرکت میں جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ اسی سمت میں ہوتی ہے جس میں قوت عمل کرتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک ذرہ متحرک ہے اور اسی کی سمت حرکت اب ہے۔ فرض کرو کہ اس پر ایک قوت اِس کی سمت میں حرکت کرتی ہے۔ تو کلیہ کی رو سے اب کی سمت میں ذرہ کی رفتار میں کوئی تبدیلی نہیں واقع ہوتی۔ اور جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ صرف سمت اِس میں۔ پس کسی اکائی وقت کے ختم پر ذرہ کی حقیقی رفتار دریافت کرنے کے لیے اب کی سمت میں اس کی رفتار کو اس رفتار سے ملانا چاہیئے جو اس کی سمت میں قوت کی وجہ سے پیدا ہوئی ہے۔ اگر کسی اور سمت میں کوئی دوسری قوت عمل کر رہی ہو تو اس کے لئے بھی یہی استدلال ہوگا۔ اسی طرح قوتوں کے ایک نظام کیلئے بھی یہی استدلال ہوگا۔ پس ذرہ خواہ ساکن ہو یا متحرک، اور اس پر قوتوں کا ایک نظام عمل کر رہا ہو تو اُن کا مجموعی اثر اس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے کہ ہر قوت کا اثر معلوم کیا جائے، یہ سمجھکر کہ دوسری قوتیں موجود نہیں ہیں اور ذرہ ساکن ہے، پھر ان تمام اثروں کو ملا لیا جائے۔ اس اصول کو اکثر "قوتوں کی طبعی آزادی کا اُصول" کہتے ہیں۔

اس اصول کو توضیح کیلئے فرض کرو کہ ایک تیز رفتار ریل میں ایک مسافر ایک گیند کو اپنے ہاتھ سے گراتا ہے تو گیند ریل کے فرش پر ٹھیک اسی مقام پر گرے گا جہاں کہ وہ ریل کے ساکن ہونے کی صورت میں گرتا۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ گیند میں آگے کی طرف وہی رفتار تھی جو ریل کی تھی۔ بالفاظ دیگر جسم کے وزن نے صرف انتصابی سمت کی حرکت میں تبدیلی پیدا کی اور افقی رفتار پر اس کا کوئی اثر نہیں ہے۔

ایک دوسری مثال یہ ہے کہ دو چھوٹے جسم ایک میز کے کنارے رکھے ہیں، اُن پر ایک ایسی ضرب لگائی جاتی ہے کہ وہ میز کو ایک ہی ساتھ چھوڑتے ہیں، لیکن اُنکی رفتاریں مختلف ہوتی ہیں تو اُنکی کمیتیں اور ابتدائی رفتاریں کچھ ہی کیوں نہ ہوں وہ فرش پر ایک ہی ساتھ پہونچیں گے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ انتصابی اسراع اور رفتاریں جو کسی جسم میں پیدا ہوتی ہیں وہ اُنکی کمیتوں اور ابتدائی رفتاروں کے تابع نہیں ہوتیں۔

ایک تیسری مثال یہ ہے کہ سرکس میں ایک سوار گھوڑے پر سے انتصابی سمت میں اُچھلتا ہے تاکہ ایک حلقہ میں سے کود جائے۔ اس کی افقی رفتار وہی ہوتی ہے جو گھوڑے کی ہے اور اس لئے اس میں کوئی تغیر نہیں واقع ہوتا اس لئے وہ گھوڑے کی پیٹھ پر وہیں آکر بیٹھتا ہے جہاں سے کہ وہ اُچھلا تھا۔

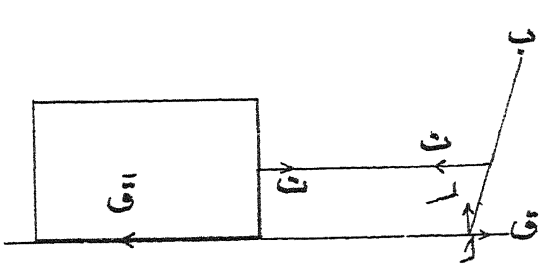
تیسرا کلیہ | پہلے دو کلیوں کی طرح یہ کلیہ بھی تجربے ہی کا نتیجہ ہے۔ قوت کا ہر اثر دو جسموں کے باہمی عمل پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس باہمی عمل کو دو جسموں کے درمیان زور کہتے ہیں۔ پس عمل اور ردعمل دونوں ملکر زور کہلاتے ہیں۔ ذیل میں چند توضیحی مثالیں درج کی جاتی ہیں:-

ایک میز پر ایک کتاب رکھی ہے۔ کتاب میز کو ایک قوت سے دباتی ہے اور میز بھی کتاب پر مساوی اور مخالف قوت سے عمل کرتی ہے۔

کسی شخص کے ہاتھ میں ایک گولا ہو تو اس کے ہاتھ پر گولے کے وزن کی وجہ سے ایک قوت نیچے کی جانب عمل کرے گی۔ پس گولے کو اپنی جگہ رکھنے کیلئے ہاتھ بھی اس پر مساوی اور مخالف قوت سے عمل کرے گا۔

زمین جس قوت سے کسی جسم پر عمل کرتی ہے وہ جسم کا وزن کہلاتا ہے۔ جسم بھی زمین پر اپنے وزن کے مساوی اور مخالف قوت سے عمل کرتا ہے۔

موٹر کے پہیے سڑک پر پیچھے کی طرف ایک قوت سے عمل کرتے ہیں، زمین پہیوں پر آگے کی طرف مساوی قوت سے عمل کرتی ہے۔ جب سڑک برف جیسی ہو جائے تو پہیے کو سڑک پر گرفت نہیں ملتی، اس لئے سڑک پہیوں پر آگے کیطرف قوت سے عمل نہیں کرتی، اس لئے موٹر آگے نہیں بڑھتی، خواہ انجن پوری رفتار پر کیوں نہ ہو۔

جب کوئی شخص رسی کے ذریعہ کسی بھاری جسم کو زمین پر گھسیٹتا ہے تو رسی بھی آدمی کو مساوی اور مخالف قوت سے گھسیٹتی ہے۔

شکل ۳۳

چنانچہ فرض کرو کہ اب (شکل ۳۳) آدمی کے جسم کا مرکزی خط ہے۔ آدمی کے پاؤں پر زمین جس قوت سے عمل کرتی ہے اس کے افقی اور انتصابی اجزا فرض کرو کہ ق اور ر ہیں، اس کے پاؤں بھی زمین پر ان ہی کے مساوی اور مخالف قوتوں سے عمل کرتے ہیں۔ ت اس کی تنش ہے جس کی سمتیں رسی کے سروں پر ایک دوسرے کے مخالف ہیں۔ قَ جسم اور زمین کے درمیان افقی قوت ہے۔

آدمی حرکت کرتا ہے بسبب اس کے کہ ق > ت، جسم حرکت کرتا ہے کہ ت > قَ۔
پس آغاز حرکت پر ق > ت > قَ۔

جب شخص اور آدمی یکساں حرکت کرنے لگتے ہیں تو یہ قوتیں مساوی ہو جاتی ہیں۔ پس نتیجہ یہ نکلا کہ فطرت میں جہاں کہیں ایک قوت پائی جائے گی وہاں ایک ایسی قوت بھی پائی جائے گی جو قدر میں تو اس کے مساوی ہو گی لیکن سمت میں ہمیشہ اس کے مخالف ہو گی۔

ایک چرخی پر سے گزرنیوالے ڈورے کے سروں پر ذروں کی حرکت | فرض کرو کہ ڈورے کے

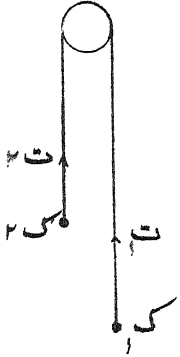
سروں پر کمیتیں ک۱ اور ک۲ ہیں۔ اور فرض کرو کہ ک۱ > ک۲۔ (شکل ۳۳ الف)

ایسی صورتوں میں چونکہ ڈورا بے کھچاؤ مانا جاتا ہے اس لئے ک۲ کی حرکت اوپر کی طرف جتنی ہوگی اتنی ہی ک۱ کی نیچے کی طرف ہوگی۔ اس لئے دونوں کا اسراع مشترک ہوگا۔

ت۲

ک۲

ت۱

ک۱

فرض کرو کہ ڈورے کا تناؤ ت پونڈل ہے، تو چونکہ چرخی بے فرک ہے اس لئے یہ تناؤ پورے ڈورے پر ایک ہی رہے گا۔

فرض کرو کہ مشترک اسراع = ع تو

ک۱ ج ۔ ت = ک۱ ع کیونکہ نیچے کیطرف قوت = ک۱ ج ۔ ت

اور ت ۔ ک۲ ج = ک۲ ع " اوپر " " = ت ۔ ک۲ ج

$$\therefore \text{جمع کرنے سے} \quad ع = \frac{ک_1 - ک_2}{ک_1 + ک_2} \, ج$$

$$\text{نیز} \quad ت = ک_2 (ع + ج) = \frac{2 ک_1 ک_2}{ک_1 + ک_2} \, ج$$

جب اسراع معلوم ہوگیا اور وہ مستقل ہے تو پھر حرکت کی مقررہ مساواتوں سے طے کردہ فاصلہ اور رفتار وغیرہ کو معلوم کیا جا سکتا ہے۔

مشقی سوالات ۳

۱۔ ایک انجن میں رفتار ۸ فٹ فی ثانیہ کی ہے اور اس کا وزن ۵۰۰ء۷ پونڈ ہے معیار حرکت دریافت کرو۔

معیار حرکت = ک × ر = ۵۰۰ء۷ × ۸ = ۶۰۰۰۰ پونڈ فٹ فی ثانیہ

۲۔ ۳۰ ڈائن کی ایک قوت ۱۰ گرام کے ایک وزن پر عمل کرتی ہے، اسراع دریافت کرو۔

قوت = ک × ع، یا ۳۰ = ۱۰ × ع ∴ ع = ۳ سم فی ثانیہ فی ثانیہ

۳۔ ۲۹۴۰ ڈائن کی ایک قوت کو گرام وزنوں میں دریافت کرو۔

$$\text{گرام وزن میں قوت} = \frac{\text{ڈائن میں قوت}}{۹۸۱ء۵} = \frac{۲۹۴۰}{۹۸۱ء۵} = \text{۳ گرام وزن تقریبا}$$

۴۔ ایک ریل کا وزن ۲۵۰ ٹن ہے، اس میں ۵ء۲ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کرنا ہے تو انجن

کس قوت سے عمل کرے گا ؟

قوت = $\frac{\text{وزن}}{۳۲}$ × اسراع = $\frac{۲۲۴۰ \times ۲۵۰}{۳۲}$ × ۲٫۵ = ۴۳۷۵۰ پونڈ وزن

۵۔ ۶۰۰ اونس کا ایک گیند ایک بلے سے ۹۰ فی ثانیہ کی رفتار لے کر چھوٹتا ہے۔ دھکے کی قیمت دریافت کرو۔

دھکا = ق و = ک ر = $\frac{۶}{۱۶}$ × ۹۰ = ۳۳٫۷ پونڈ فٹ فی ثانیہ۔

۶۔ ۳۰ گرام وزن کے برابر ایک قوت ایک جسم پر عمل کرتی ہے جس کا وزن ۹۸ گرام ہے۔ اسراع دریافت کرو۔

۷۔ ۲۰ پونڈ کی ایک کمیت پر ایک مستقل قوت عمل کرتی ہے جو اس میں ۵ ثانیوں میں ۱۵ آ فی ثانیہ کی رفتار پیدا کر دیتی ہے، قوت دریافت کرو۔ اگر کمیت ابتداءً سکون ہی ہو۔

۸۔ ۱۰ پونڈ کی ایک کمیت ایک چکنے افقی مستوی پر رکھی ہے۔ اور ۳ پونڈ کے وزن کے برابر اس پر ایک قوت عمل کرتی ہے، تو ۱۰ ثانیوں میں وہ کمیت کتنا فاصلہ طے کرے گی ؟

۹۔ وہ قوت دریافت کرو جو ایک کلوگرام پر ۵ ثانیوں تک عمل کرے تو اس میں ایک میٹر فی ثانیہ کی رفتار پیدا کر دے۔

۱۰۔ ۱۰ گرام کی ایک کمیت کی رفتار ۵ ثانیوں میں ۲۵ سے ۱۲۵ سمر فی ثانیہ ہو جاتی ہے۔ قوت دریافت کرو۔

۱۱۔ ۲۰ ٹن کمیت کی ایک ریل ۶۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ بھاپ بند کر دینے کے بعد ۵۰۰ گز میں ضابط اس کو سکون میں لے آتے ہیں، قوت دریافت کرو۔

۱۲۔ ایک گرام کی کمیت میں اگر ۱ ثانیہ میں رفتار کا اضافہ ۹۷۸٫۵ سمر فی ثانیہ ہو تو قوت دریافت کرو۔

۱۳۔ ایک پونڈل میں کتنے ڈائن ہوتے ہیں ؟

۱۴۔ ایک ہنڈریڈ ویٹ کی کمیت میں $\frac{۱}{۲}$ ثانیوں میں ۱۰۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار پیدا کرنے کے لئے قوت کو تجاذبی اکائیوں میں دریافت کرو۔

۱۵۔ ایک مقام پر ج کی قیمت ۳۲٫۲ فٹ (ثانیہ)^{۲} ہے۔ وہاں ۱۷۵۰ پونڈ وزن کی قوت $\frac{۱}{۲}$ ثانیہ میں ایک ہنڈریڈ ویٹ کی کمیت میں کتنی رفتار پیدا کرے گی ؟

۱۶۔ ایک گولی جس کی کمیت $\frac{۱}{۲}$ اونس ہے، ۱۰۰۰ فٹ فی ثانیہ کی شرح سے حرکت کرتی ہے، دوسری گولی کی کمیت ۶۰ کلوگرام ہے اور وہ ایک کلومیٹر فی دقیقہ کی شرح سے حرکت کرتی ہے، دونوں کے

معیار حرکت کا مقابلہ کرو۔

۱۷۔ اوپر کے سوال میں اگر پہلی گولی $\frac{1}{5}$ ثانیہ میں اپنی رفتار حاصل کرے اور دوسری گولی ۵ دقیقوں میں اپنی رفتار حاصل کرے تو دونوں پر عاملہ قوتوں کا مقابلہ کرو۔

۱۸۔ کرکٹ کے ایک کھیل میں گیند ۳۰ فٹ فی ثانیہ کی شرح سے پھینکا گیا۔ ہٹ لگنے پر اس کی رفتار دگنی ہوگئی، دھکے کی قیمت معلوم کرو۔ اگر مدت عمل $\frac{1}{10}$ ثانیہ ہو تو قوت کی اوسط قیمت دریافت کرو۔

۱۹۔ ۱۰ گرام کے وزن کے مساوی ایک قوت ۲۷ گرام کی کمیت پر ایک ثانیہ تک عمل کرتی ہے۔ اگر ج کی قیمت ۹۸۲ ہو تو کمیت کی رفتار اور طے کردہ مسافت دریافت کرو۔ پہلے ثانیہ کے ختم پر قوت عمل کرنا چھوڑ دیتی ہے تو دوسرے دقیقہ میں جسم کتنی مسافت طے کرے گا؟

۲۰۔ ایک کلوگرام کے وزن کے مساوی ایک قوت ایک جسم پر ۱ ثانیہ تک مسلسل عمل کرتی ہے تو وہ جسم اس مدت میں ۱۰ میٹر کا فاصلہ طے کر لیتا ہے، جسم کی کمیت کیا ہے؟

۲۱۔ ایک جسم جس کی کمیت ۳ پونڈ ہے، جاذبہ کے تحت آزادانہ ۱۰۰ فٹ فی ثانیہ کی شرح سے گر رہا ہے۔ ۲ ثانیہ کی مدت میں اور ۲ فٹ کی مسافت میں اس کو روکنے کیلئے قوتوں کی قیمتیں دریافت کرو۔

۲۲۔ توپ کے ایک گولے کی کمیت ۱۰۰۰ گرام ہے، وہ ۴۵۰۰۰ فی ثانیہ کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے پھینکنے والی توپ کی نال ۲۰۰ سمر کی ہے۔ دھماکے کے دوران میں گولے پر عاملہ قوت دریافت کرو۔

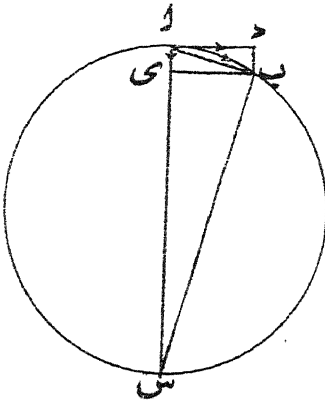
۲۳۔ ۲۰۰ ٹن کمیت کے ایک جسم پر ۱۱۲۰۰ پونڈل کی ایک قوت عمل کرتی ہے، ۳۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار حاصل کرنے کے لئے اس کو کتنی مدت درکار ہوگی؟

۲۴۔ ایک کھٹولے کی کمیت ۱ ٹن ہے، اس کو ایک غار میں اُتارا جاتا ہے تو اس میں اسراع ۱۶ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ کا پیدا ہوتا ہے، رسی کی کھینچنے والی قوت دریافت کرو۔

آٹھواں باب

دائری اور دوری حرکتیں

یکساں دائری حرکت | اگر کوئی جسم ایک دائرے میں اسطرح حرکت کرے کہ ہمیشہ مساوی مدتوں میں وہ مساوی مسافتیں طے کرے تو کہتے ہیں کہ اس جسم میں یکساں دائری حرکت ہے۔ اسمیں رفتار کی قدر مستقل رہتی ہے لیکن حرکت کی سمت برابر بدلتی رہتی ہے، ایسے جسم میں اسراع بھی ہوتا ہے، لیکن اسمیں صرف سمت بدلتی ہے۔ اس سے پیشتر جن اسراعوں کا ہم نے ذکر کیا ہے اسمیں قدر رفتار میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ جسطرح حرکت کی شرح میں تبدیلی پیدا کرنے کیلئے ایک قوت کی ضرورت ہوتی ہے اسطرح سمت حرکت میں تبدیلی کیلئے بھی ایک قوت کی ضرورت ہے۔ چونکہ دائری حرکت میں تبدیلی صرف سمت میں پیدا ہوتی ہے اسلئے قوت سمت حرکت کے علی القوائم عمل کرتی ہے۔ اگر وہ سمت حرکت میں عمل کرے تو لازم آئیگا کہ رفتار کی قدر میں تبدیلی واقع ہو۔ دائرے میں ہر نقطہ پر سمت حرکت اس نقطہ کے مماس سے ظاہر ہوتی ہے، اسلئے قوت اس نقطہ پر نصف قطر کی سمت میں عمل کریگی۔ چونکہ سمت حرکت کی تبدیلی کی شرح مستقل ہوتی ہے اسلئے عاملہ قوت بھی مستقل ہوگی۔

یکساں دائری حرکت میں اسراع | فرض کرو کہ ذرہ ابتداءً نقطہ ا پر ہے (شکل ۳۴۷) فرض کرو کہ اس کے بعد ایک مدت ۵ کے گزرنے پر وہ ب پر ہوتا ہے۔ اگر دائری حرکت نہ ہوتی تو ذرہ ا پر مماس اد کی سمت میں حرکت کرتا۔ لیکن دائری حرکت کی وجہ سے وہ ب پر آگیا ہے، اس لئے اس کے راستہ کا سقوط = ب د۔

شکل ۳۴۷

اگر ب سے ب ی متوازی اد کھینچا جائے تو ای = ب د۔

ا اور ب کے نزدیک ہونیکی صورت میں

قوس اب = وتر اب۔

اگر ذرہ کی رفتار بہ سمت اد = سا، تو قوس اب = سا ۵۔

اگر مطلوبہ اسراع = ع، تو ب ح = $\frac{1}{2}$ ع و^2 = ا ی۔

∆ ا ب ی، ا ب س یکساں ہیں، ∴ $\frac{اب}{ای}$ = $\frac{اس}{اب}$ ∴ ا ب^2 = ا ی × ا س

∴ س^2 و^2 = $\frac{1}{2}$ ع و^2 × ۲ ن، جہاں ن = دائرے کا نصف قطر

∴ س^2 = ع ن ∴ ع = $\frac{س^2}{ن}$

اگر سا = ذرہ کی زاویئی رفتار تو س = ن سا ∴ ع = ن سا^2

اگر ت = فی ثانیہ چکروں کی تعداد، تو س = ۲ π ن ت

∴ ع = $\frac{۴ π^2 ن^2 ت^2}{ن}$ = ۴ π^2 ن ت^2

اس طرح لکھنے سے یہ واضح ہے کہ اگر راستہ کا نصف قطر بڑا کر دیا جائے تو اسراع بڑھ جاتا ہے اور اگر چکروں کی تعداد بڑھا دی جائے تو بھی اسراع بڑھ جاتا ہے۔

دائری حرکت میں قوت | نیوٹن کے دوسرے کلیہ کی رو سے جہاں کہیں اسراع پیدا ہو وہاں ایک قوت کو عمل پیرا ہونا چاہیے۔ اوپر ہم ثابت کر چکے ہیں کہ جب کوئی ذرہ ایک دائرے میں حرکت کرتا ہے تو اس میں مرکز کی جانب مائل ایک اسراع پیدا ہو جاتا ہے۔ اس اسراع کو پیدا کرنے کے لئے اور جسم کو دائری راستہ پر رکھنے کے لئے ایک قوت کی ضرورت ہے جو سمت حرکت کے علی القوائم حرکت کرے۔ یہ قوت مرکز کی جانب مائل ہوگی اس لئے اس قوت کو "مرکز جو" قوت کہتے ہیں۔

دوسرے کلیہ کی رو سے اس کی قیمت = ک × ع = ک × $\frac{س^2}{ن}$ = ک ن سا^2

اگر کلیہ کو ہم تجاذبی اکائیوں میں بیان کریں تو قوت = ب × $\frac{ع}{ج}$ = ب $\frac{س^2}{ن ج}$ = $\frac{۴ π^2 ن ت^2 ب}{ج}$

پس یہی قوت جسم کو دائری راستے پر قائم رکھتی ہے۔ جسم متحرک میں اس قوت کے خلاف ایک مساوی اور مخالف رد عمل ہوتا ہے۔ رد عمل کی یہ قوت جسم کو مماس سمت میں لے جانا چاہتی ہے اس قوت کو "مرکز گریز" قوت کہتے ہیں۔

اس مرکز گریز قوت کی شہادت گوپھن یا فلاخن میں ملتی ہے۔ گوپھن میں ایک پتھر گھما کر پھینکا جاتا ہے، گھماتے وقت ایسا معلوم ہوتا ہے کہ پتھر بھاگنا چاہتا ہے۔ اگر اس وقت پتھر کو چھوڑ دیا جائے تو وہ سیدھا مماس کی سمت میں اڑتا ہے۔ دائری حرکت میں مرکز گریز قوت کی موجودگی کو ہم ایک آلہ کے ذریعہ سے بھی دکھلا سکتے ہیں۔

یہ آلہ شکل ۳۵ میں دکھلایا گیا ہے۔ اس میں ا ب پیتل کا ایک فریم ہے جس میں ایک موٹا تار ہے۔ اس تار پر ہاتھی دانت کی دو گولیاں ہیں جو تار پر بخوبی حرکت کرسکتی ہیں۔ جب شکل کو گولیوں کو ترتیب دے کر دستہ گھمایا جاتا ہے، جس سے فریم گردش کرنے لگتا ہے۔ مرکز گریز قوت کی وجہ

شکل ۳۵

سے گولیاں تار پر پھسلتی ہیں اور فریم کے کناروں سے ٹکراتی ہیں۔ گردش جتنی تیز ہوگی اتنے ہی زیادہ زور سے گولیاں کناروں سے ٹکرائیں گی۔

مرکز گریز قوت کے اطلاقات | جتنی رفتار زیادہ ہوتی ہے اتنا ہی مرکز گریز میں قوت بھی زیادہ ہوتی ہے۔ اس لئے جہاں تک ہوسکتا ہے ریل کی پٹریوں کو سیدھا رکھا جاتا ہے۔ کیونکہ ریلوں میں رفتاریں کافی ہوتی ہیں۔ اسلئے مرکز گریز قوت اُن کو موڑ پر سے ہٹادینا چاہتی ہے۔ موڑ پر "خم" جتنا زیادہ ہوتا ہے اُتنا ہی یہ قوت زیادہ ہوتی ہے۔ اسی لئے پہاڑی ریلوں میں پٹریاں بیرونی جانب اونچی ہوتی ہیں اور اندرونی جانب نیچی۔ اسی لئے موڑ کو طے کرتے وقت رفتار کم کردی جاتی ہے۔

گاڑیوں کے پہیوں میں جو مٹی یا کیچڑ لگ جاتی ہے وہ پہیے سے اس وقت الگ ہوتی ہے جبکہ مرکز گریز قوت اس قوت سے زیادہ ہوجاتی ہے جو مٹی کو پہیے سے لگائے ہوئے ہے۔

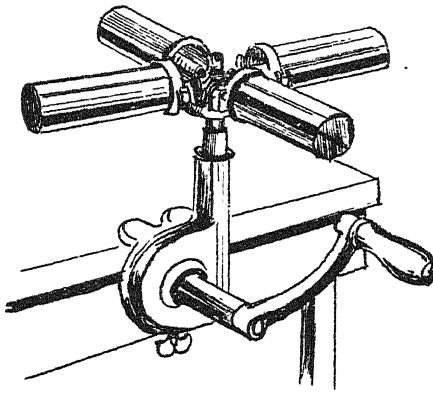
سرکس میں گھوڑا اور سوار دونوں اپنے اپنے جسموں کو مرکز کی طرف جھکا لیتے ہیں اور رفتار جتنی زیادہ ہوتی ہے جھکاؤ بھی اتنا ہی زیادہ ہوتا ہے اس سے غرض یہ ہوتی ہے کہ اُن کا وزن مرکز گریز قوت کے اثر کو زائل کردے ورنہ وہ اگر سیدھے رہیں تو گر پڑیں۔

بچے اکثر لوہے کے حلقوں سے کھیلا کرتے ہیں۔ ان حلقوں کو اگر چلا کر چھوڑ دیا جائے تو دور تک چلنے کے بعد گر جاتے ہیں، لیکن اگر حالت سکون میں کھڑا کرنے کی کوشش کی جائے تو یہ فوراً گر پڑتے ہیں۔ اسکا سبب یہ ہے کہ حرکت میں ہونے کے سبب سے حلقہ ایک طرف مائل ہوجاتا ہے۔ اس میلان کی وجہ سے اسکا راستہ منحنی ہوجاتا ہے۔ اس کی وجہ سے ایک مرکز گریز قوت پیدا ہوجاتی ہے جو حلقہ کو گرنے نہیں دیتی۔ البتہ

جب اس کی رفتار کافی نہیں رہتی تو پھر یہ قوت کم ہو جاتی ہے اور حلقہ بالآخر گر جاتا ہے۔ حلقہ کی طرح جو چیز بھی مثلاً گول قرص ہو، سکہ ہو یا پہیہ سب کے ساتھ یہی کیفیت ہو گی۔

اگر کسی بالٹی میں پانی بھرا ہو اور اس کو ایک ڈوری سے لٹکا کر بہت تیزی کے ساتھ ایک انتصابی دائرے میں گردش دی جائے تو بالٹی میں سے پانی نہیں گرتا خواہ بالٹی کی پیندی اوپر ہی کیوں نہ ہو جائے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مرکز گریز قوت جاذبہ سے زیادہ ہوتی ہے۔ اگر کسی ظرف میں پانی لیکر ہاتھ میں اس کو لیا جائے اور تیزی سے ہاتھ گھمایا جائے تو پانی ظرف سے نہیں گرتا، اس کے لئے مشق کی البتہ ضرورت ہے۔

مکھن یا بالائی نکالنے کا جو آلہ ہوتا ہے اس میں بھی مرکز گریز قوت کام کرتی ہے۔ اس کے لیے جو آلہ ہوتا ہے وہ ایک محور پر مشتمل ہوتا ہے جس میں کئی بازو لگے ہوتے ہیں۔ جب یہ گھمایا جاتا ہے تو دودھ اور بالائی دونوں علیحدہ ہو جاتے ہیں کیونکہ دودھ بھاری ہوتا ہے اور بالائی ہلکی ہوتی ہے۔ ہلکی بالائی گردش کے محور کے قریب جمع ہوتی ہے اور بھاری دودھ محور سے دور چلا جاتا ہے۔

مرکز گریز ندہ :۔ نامساوی کثافتوں کے مائعوں کو علیحدہ کرنے کیلئے آج کل گریز ندہ کا استعمال روز افزوں ہے۔ اس کا انحصار بھی مرکز جو قوت کے عمل پر ہے۔ اس قسم کی مشین کا ایک نمونہ شکل ۳۶ میں دکھلایا گیا ہے۔ اس میں ایک پہیہ ہوتا ہے جو افقی مستوی میں گردش کرتا ہے۔ اس پہیے میں بالٹیاں لگی ہوتی ہیں جو سکون کی حالت میں انتصابی وضع میں رہتی ہیں، لیکن پہیا جب تیزی سے حرکت کرتا ہے تو یہ بالٹیاں ایسی وضعیں اختیار کرتی ہیں کہ اُن کے محور اُفقی ہو جاتے ہیں۔

شکل ۳۶

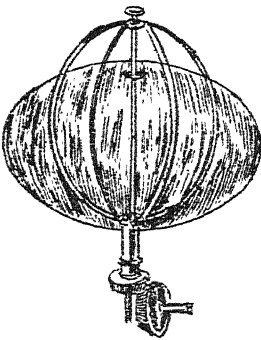
اب اگر نامساوی کثافتوں والے مائعوں کا آمیزہ ان بالٹیوں میں داخل کیا جائے اور پہیے کو تیزی کے ساتھ گردش دی جائے تو ہلکے مائع محور گردش کے قریب آجاتے ہیں اور بھاری مائع اس سے دور ہو جاتے ہیں، اس کے معنی یہ ہیں کہ بھاری مائع تو بالٹیوں میں تہ نشین ہو جائیں گے اور ہلکے مائع اُن کے اوپر ہونگے پہیے کو ساکن کر دینے سے جب بالٹیاں انتصابی وضع اختیار کرتی ہیں تو یہی کیفیت پائی جاتی ہے۔ اسطرح دونوں مائع علیحدہ ہو جاتے ہیں۔

اسی طرح شربتوں سے شکر کی قلمیں علیحدہ کرنے کیلئے شکر کے کارخانوں میں مرکز گریز قوت سے کام لیا جاتا ہے، اس کی صورت یہ ہوتی ہے کہ شربتوں کیلئے ظرف جالی کے اسطوانہ نما ہوتے ہیں۔ جب ان کو تیزی کے ساتھ گھمایا جاتا ہے تو مرکز گریز قوت شربت کو جالی سے باہر کر دیتی ہے اور شکر کی قلمیں بے رنگ اور خالص حالت میں اندر رہ جاتی ہیں۔

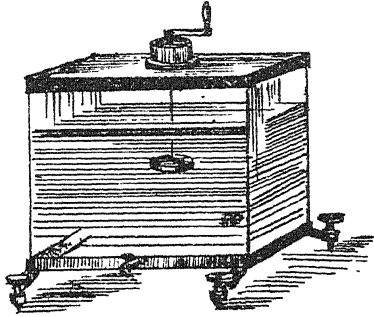
دھلائی کے کارخانوں میں بھی مرکز گریز قوت سے کام لیا جاتا ہے۔ چنانچہ جب کوئی بھیگا کپڑا بطور محور اپنے دستہ کے گرد گھمایا جاتا ہے تو وہ پانی کو چاروں طرف پھینکتا ہے اس لئے وہ جلد خشک ہو جاتا ہے۔

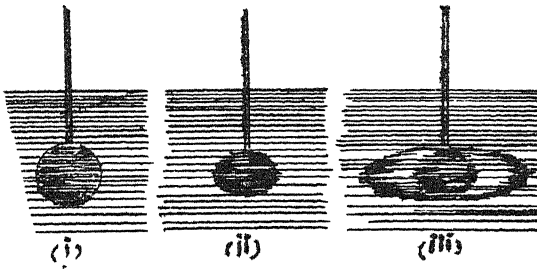
قطبین پر زمین کا چپٹا ہونا اوپر ہم نے ذکر کیا ہے کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے اسکی وجہ سے ایک مرکز گریز قوت رونما ہوتی ہے۔ اس قوت کا سب سے نمایاں اثر یہی ہے کہ زمین اپنے قطبوں پر چپٹی ہو جاتی ہے۔ اسکی توجیہ کیلئے ہمکو یہ فرض کر لینا ہوگا کہ شکل کے اعتبار سے زمین قریب قریب کرہ ہے۔ اور وہ ایک خیالی محور کے گرد گردش کرتی ہے، جو اس کے قطبوں میں سے گزرتا ہے۔ اور اس گردش میں اس کی سطح کے تمام نقطوں کی رفتار ایک نہیں ہوتی کیونکہ وہ ایک ہی مدت میں ایک ہی راستہ طے نہیں کرتے چنانچہ خط استوا پر وہ ۲۴ گھنٹوں میں ایک دائرہ طے کرتے ہیں جو زمین کے محیط کے برابر ہوتا ہے برخلاف اسکے جو نقطے استوا سے دور ہوتے ہیں انکے راستے چھوٹے ہوتے چلے جاتے ہیں، یہانتک کہ قطبین پر یہ دائرے بالکل کچھ نہیں رہتے ؛ پس اپنے محور کے گرد زمین کی روزانہ گردش کیوجہ سے ایک مرکز گریز قوت پیدا ہو جاتی ہے جو استوا پر سب سے زیادہ ہوتی ہے اور پھر کم ہوتے ہوتے قطبین پر صفر ہو جاتی ہے۔ مرکز گریز قوت کی قیمت میں اس عدم مساوات کی وجہ سے استوا پر مادے کا اجتماع ہونا چاہئے ؛ بالخصوص اس حالت میں کہ زمین پہلے پگھلی حالت میں تھی جیساکہ ارضیین کا خیال ہے۔

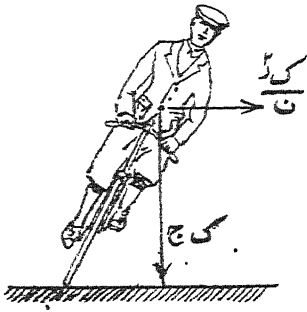
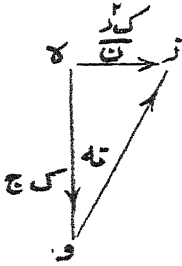
راست پیمائش سے بھی یہ بات واضح ہو چکی ہے کہ زمین کا قطبی نصف قطر استوائی نصف قطر سے بقدر ۱۳ ½ میل، دلقریباً کم ہے۔ دوسرے سیاروں میں بھی ایسا ہی چپٹا پن مشاہدہ کیا گیا ہے۔

استوا پر ابھار اور قطبین پر اس چپٹے پن کو دکھلانے کیلئے ایک آلہ استعمال کیا جاسکتا ہے جو شکل ۳۷ میں دکھلایا گیا ہے۔ اسمیں لوہے کی ایک سلاخ جس کو گھومنے والی میز پر لگا دیا جاتا ہے، سلاخ کے نیچے والے سرے پر چار پتلی پتلی لچکدار دھاتی پتیاں ہیں جو سلاخ کے سر پر ایک حلقہ میں لگی ہوئی ہیں، یہ حلقہ سلاخ پر اوپر نیچے حرکت کر سکتا ہے۔ جب اس آلے کو حرکت کر دی جاتی ہے تو بالائی حلقہ تھوڑی دور اتر آتا ہے۔ اس اتار کا انحصار حرکت کی تیزی پر ہوتا

شکل ۳۷

ہے۔ اگر حرکت کافی تیز ہو تو پھر پتیاں جدا جدا نہیں دکھلاتی دیتیں، بلکہ سب مل کر ایک ہی ناقص نما کی شکل میں نظر آتی ہیں۔

پلیٹو نے ایک اور دلچسپ تجربہ انجام دیا تھا جس سے مذکورہ بالا امر کی تصدیق ہوتی ہے۔ اس تجربے کیلئے شیشے کے مکعب برتن کی ضرورت ہے۔ (شکل ۳۸) جس کے ڈھکنے میں دستہ ہو، دستہ میں ایک سلاخ لگی ہو، برتن میں ہلکی الکوہل ہوتی ہے۔ سلاخ کے سرے پر ایک مناسب نالچہ کے ذریعہ تیل کی ایک قلیل مقدار پہنچائی جاتی ہے۔ تیل کی کثافت وہی ہوتی ہے جو مائع کی ہے اس لئے تیل ایک ایسا کرہ بناتا ہے جس کا توازن بہت کچھ قائم ہوتا ہے۔ اگر سلاخ کے سرے پر اس قسم کا

شکل ۳۸

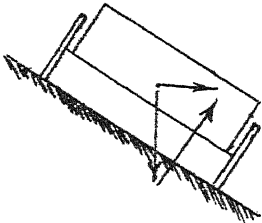
کرہ (شکل ۳۹ (۱)) بن جائے تو سلاخ کو گھمانے پر تیل میں گردش پیدا ہو جاتی ہے، جس میں چپٹا پن بہت نمایاں ہوتا ہے۔ اگر رفتار بڑھا دی جائے تو تیل میں سے ایک کمیت جدا ہو جاتی ہے، اور وہ کرے کے ہم مرکز ایک حلقہ بناتی ہے۔ یہ حلقہ زحل کے حلقوں کی مثل ہے۔

شکل ۳۹

سائیکل سوار کی حرکت | جب کوئی شخص کسی موڑ پر سائیکل چلاتا ہے تو وہ اپنے خمدار راستہ کے مرکز کی جانب اپنے جسم کو مائل کر لیتا ہے۔ اس کی وجہ سے زمین کا ردعمل انتصابی سے ایک زاویہ بناتا ہے۔ پس اس ردعمل کا انتصابی جزو اس کے وزن کی تعدیل کر دیتا ہے اور افقی جزو شخص اور سائیکل کے مرکز جمود کے طے کردہ راستہ کے مرکز کی طرف مائل ہوتا ہے، اسی سے مناسب اسراع پیدا ہو جاتا ہے۔

چنانچہ شکل ۳۹ ا میں ایک سائیکل سوار موٹر پر جا رہا ہے۔ ہم سائیکل اور اسکے سوار کو ایک جسم تصور کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ دونوں کی مجموعی کمیت ک ہے، تو اُن کا وزن ک ج ہوگا۔ اس وزن کا نقطۂ عمل دونوں کا مشترک مرکز جاذبہ ہوگا (مرکز جاذبہ کی تعریف بعد میں کی جائے گی) اگر سائیکل کی رفتار = ر اور ن = دائری راستہ کا نصف قطر تو اس راستہ پر عمل کرنے والی قوت = $\frac{ک ر^2}{ن}$ ۔ یہ قوت مرکز جاذبہ میں سے حسب شکل دکھلائی ہوئی سمت میں عمل کریگی اس کے علاوہ جو قوت عمل کرتی ہے وہ پہیوں پر زمین کا رد عمل ہے۔ اسکی سمت سائیکل کے فریم کے متوازی ہوگی۔ پس اگر ہم قوتوں کا مثلث (شکل ۳۹ ب) کھینچیں تو ہ ن سے $\frac{ک ر^2}{ن}$ اور ہ و سے وزن ک ج اور و ن سے رد عمل کی قوت ظاہر ہوگی،

شکل ۳۹ ا

فرض کرو کہ یہ قوت انتصابی سے جو زاویہ بناتی ہے وہ = تہ = ہ و ن تو مس تہ = $\frac{ہ ن}{ہ و} = \frac{\frac{ک ر^2}{ن}}{ک ج} = \frac{ر^2}{ج ن}$

پس رفتار جتنی زیادہ ہوگی اور موڑ جتنا زبردست ہوگا اُتنا ہی زیادہ سائیکل سوار کو اندر کی طرف جھکنا پڑے گا۔ لیکن اگر وہ ایک خاص زاویہ سے زیادہ جھک جائیگا تو پھر پہیہ پھسل جائے گا۔

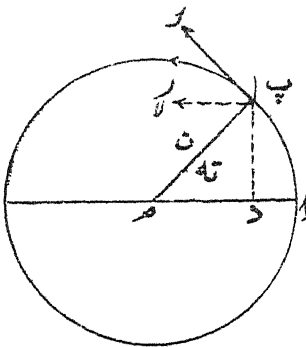
شکل ۳۹ ب

موٹر یا ریل کی حرکت جب موٹر کسی موڑ پر گھومتی ہے یا انجن پٹڑیوں پر کسی خم کو طے کرتا ہے تو زمین کا رد عمل انتصابی سے ایک زاویہ بناتا ہے، جس کی قیمت بھی اوپر کے ضابطہ سے حاصل ہوتی ہے۔ پھسل کو روکنے کیلئے راستہ کو ایک طرف سے اونچا کر دیا جاتا ہے، جیساکہ شکل ۳۹ ج میں ہے یہی وجہ ہے کہ ریل کی پٹڑیوں میں بیرونی کناروں کو اونچا کرنے سے پہلوی دباؤ بھی زیادہ نہیں ہونے پاتا۔ لیکن یہ درستی صرف ایک ہی رفتار کیلئے کی جا سکتی ہے۔

شکل ۳۹ ج

دوری حرکت فرض کرو کہ لوہے کی ایک پتی ہے جس کا ایک سرا کسی شکنجہ میں کس دیا گیا ہے۔ دوسرے سرے کو پکڑ کے پتی کو خمیدہ کیا جائے تو پتی میں لچک کی وجہ سے ایک قوت ایسی پیدا ہو جائیگی جو اس خم کو دور کر دینا چاہیگی، پلٹانے والی یہ قوت پتی کے

نقل مکان کے متناسب ہوگی۔ خمیدہ کرکے اگر پتی کا سرا چھوڑ دیا جائے تو پلٹانیوالی قوت ایک اسراع پیدا کردیتی ہے جو نقل مکان کے متناسب ہوتا ہے۔ پس پتی ادھر ادھر حرکت کرنے لگتی ہے اور اپنی سکونی وضع سے گزرتی ہے جہاں اسکی رفتار اعظم ہوتی ہے۔ اس سکونی وضع کے ہر جانب ایک ایسا انتہائی نقطہ ہوتا ہے جہاں پتی ایک لمحہ کے لئے ساکن ہوجاتی ہے۔ یہ حرکت بار بار عود کرتی ہے، پس ایسی ہی حرکت کو دوری حرکت کہتے ہیں۔ اسکی تعریف حسب ذیل ہوگی :۔

کسی ذرے کی ایسی حرکت، جس میں نقلوں کا ایک ہی سلسلہ وقت کے باقاعدہ وقفوں پر عود کرے، دوری حرکت کہلاتی ہے۔

سادہ موسیقی حرکت دوری حرکت کی سادہ ترین صورت وہ ہے جس کو سادہ موسیقی حرکت کہتے ہیں۔ اگر مناسب سادہ موسیقی حرکتوں کی ایک کافی تعداد لی جائے تو ایک دوسرے پر منطبق کرکے ہم تمام دوری حرکتیں پیدا کرسکتے ہیں۔ اور بالعکس ہم ہر دوری حرکت کو مناسب سادہ موسیقی حرکتوں کے ایک سلسلہ میں تحلیل کرسکتے ہیں۔

چنانچہ فرض کرو کہ ایک نقطہ یکساں رفتار سے ایک دائرے میں حرکت کرتا ہے (شکل ۴۰) اب دائرے کے ایک قطر پر اس نقطہ کا ظل حاصل کرو تو یہ ظل متغیر رفتار سے قطر کو طے کرے گا اور اسکی حرکت قطر پر پس پیشی ہوگی۔ پس اگر متحرک نقطہ پ ہو اور قطر پر اس کا ظل د ہو تو د کی حرکت سادہ موسیقی حرکت ہوگی۔ بنابریں ہم اسکی تعریف یوں کرسکتے ہیں :۔

شکل ۴۰

سادہ موسیقی حرکت سے مراد یکساں دائری حرکت کی تظلیل ہے جو دائرے کے ایک قطر پر لی جائے۔ اس کو خطی سادہ موسیقی حرکت بھی کہتے ہیں۔

جس دائرہ کی تظلیل لی جاتی ہے اس کو حوالہ کا دائرہ کہتے ہیں۔ فرض کرو کہ اس دائرہ کا نصف قطر ن ہے اور مرکز م ہے۔ کسی آن متحرک نقطہ کی وضع پ ہو تو فرض کرو کہ م ا کے ساتھ م پ کا زاویہ تہ ہے۔

تو م د = ظلی نقطہ د کا نقل مکان = سکونی وضع م سے د کا فاصلہ = لا (بالفرض)

تو لا = ن جم تہ

فرض کرو کہ دائرے کے مماس کی سمت میں پ کی رفتار = ر

تو پ کی افقی رفتار = رلا = ر جم (۹۰ + تہ) = − ر جیب تہ

[منفی علامت اس لئے ہے کہ رلا بائیں جانب ہے]

اور ح کی رفتار = پ کی افقی رفتار = − ر جیب تہ

مرکز م کی طرف پ کا اسراع = ر²/ن

∴ پ کا افقی اسراع = علا = − ر²/ن جم تہ

∴ ح کا اسراع = پ کا افقی اسراع = − ر²/ن جم تہ

= − ر²/ن × لا/ن = − ر²/ن² لا

چونکہ دوران حرکت ر اور ن میں سے کوئی نہیں بدلتا اس لئے ر²/ن² مستقل ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اسراع کو نقل مکان سے تقسیم کیا جائے تو خارج قسمت ہمیشہ مستقل ہوگا خواہ ح کا محل کہیں ہو۔ خود اسراع اور نقل مکان سمت میں مخالف ہوتے ہیں، لیکن اُن کی نسبت ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔ بنابریں

جب کسی جسم کی حرکت ایسی ہو کہ پیدا شدہ اسراع اور نقل مکان کی نسبت مستقل ہو تو کہتے ہیں کہ جسم سادہ موسیقی حرکت کر رہا ہے۔ یا

اگر کوئی جسم سادہ موسیقی حرکت کر رہا ہو تو اس کا اسراع ہمیشہ جسم کی اوسط وضع کی طرف مائل ہوتا ہے اور اس وضع سے جسم کے نقل مکان کے متناسب ہوتا ہے۔

سادہ موسیقی حرکت میں نقل مکان اور اسراع کے علاوہ تین مقداریں اور قابل لحاظ ہوتی ہیں۔ یہ مقداریں حیطۂ ارتعاش، وقت دوران اور تعدد ہیں۔ ان کی تعریفیں حسب ذیل ہیں:۔

حیطۂ ارتعاش سے مراد جسم کے طے کردہ راستہ کے وسطی نقطہ اور انتہائی نقطہ کے درمیان فاصلہ ہے۔ یہ فاصلہ حوالہ کے دائرے کا نصف قطر ہوتا ہے۔

وقت دوران سے مراد وہ مدت ہے جو جسم کو کامل اہتزاز کے لئے درکار ہوتی ہے۔ یہ مدت وہی مدت ہے جو حوالہ کے دائرہ پر متحرک ذرہ کو ایک چکر لگانے کے لئے درکار ہوتی ہے۔

تعدد سے مراد اکائی مدت میں کامل اہتزازوں کی تعداد ہے۔ تعدد ہمیشہ وقت دوران کا متکافی ہوتا ہے۔

سادہ موسیقی حرکت کا وقت دوران فرض کرو ط = وقت دوران

نا = نصف قطر مرپ کی زاوی رفتار

ت = تعداد اہتزاز فی ثانیہ

$$\text{تو}\quad \text{نا} = \frac{\text{تہ}}{\text{و}} = \frac{2\pi}{\text{ط}} = 2\pi\,\text{ت} = \frac{\text{سا}}{\text{ن}}$$

$$\therefore\ \frac{2\pi\text{ن}}{\text{ط}} = \text{سما}،\ \frac{2\pi}{\text{ط}} = \text{نا}،\ \text{سا} = \text{ن نا}$$

$$\therefore\ \frac{\text{سا}^2}{\text{ن}^2} = \frac{\text{نا}^2\text{ن}^2}{\text{ن}^2} = \text{نا}^2 = \left(\frac{2\pi}{\text{ط}}\right)^2$$

$$\therefore\ \text{ع}_{\text{لا}} = -\frac{\text{سا}^2}{\text{ن}^2}\text{لا} = -\text{نا}^2\,\text{لا} = -\left(\frac{2\pi}{\text{ط}}\right)^2\text{لا}$$

$$\therefore\ \frac{\text{ع}_{\text{لا}}}{\text{لا}} = \left(\frac{2\pi}{\text{ط}}\right)^2\quad \therefore\ \frac{2\pi}{\text{ط}} = \sqrt{\frac{\text{ع}_{\text{لا}}}{\text{لا}}}$$

$$\therefore\ \text{ط} = 2\pi\sqrt{\frac{\text{لا}}{\text{ع}_{\text{لا}}}} = 2\pi\frac{1}{\sqrt{\text{مہ}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\text{مہ}}}$$

جہاں $\text{مہ} = \frac{\text{ع}_{\text{لا}}}{\text{لا}} =$ مستقل۔

سادہ موسیقی حرکت میں قوت اسراع چونکہ مرکز کی جانب مائل ہوتا ہے اس لئے جو قوت اس اسراع کو پیدا کرے گی وہ بھی مرکز کی طرف مائل ہوگی۔ اور ذرہ کے نقل مکان کے متناسب ہوگی۔ ذرہ میں خود اسکی لچک کیوجہ سے ایک قوت اسکے مساوی اور مخالف عمل کریگی جو ذرہ کو اپنی اصلی وضع میں لانا چاہیگی۔

پس اگر ذرے کی کمیت = ک اور اس پر عمل کرنے والی قوت = ق لا جبکہ لا = نقل مکان

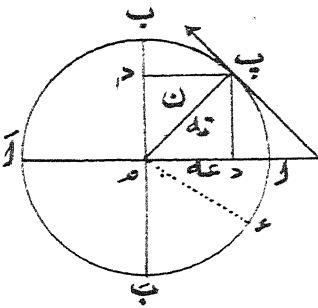
تو نیوٹن کے دوسرے کلیہ سے قوت = $\text{ق}_{\text{لا}} = \text{ک} \times \text{ع}_{\text{لا}} = \text{ک} \times -\frac{\text{سا}^2}{\text{ن}^2}\,\text{لا}$

$$= -4\pi^2\text{ت}^2\,\text{ک لا}$$

$$= \text{م لا}\qquad \text{جہاں}\ \text{م} = -4\pi^2\text{ت}^2\text{ک}$$

ایسی صورت میں اسراع $= \frac{\text{ق}_{\text{لا}}}{\text{ک}} = \frac{\text{م لا}}{\text{ک}}$

یہی دراصل وہ قوت ہے جو ذرہ کو اپنی اصلی حالت پر لانا چاہتی ہے۔ چونکہ یہ قوت اسراع پیدا کرنے والی قوت کے مساوی اور مخالف ہے، اس لئے اس کی علامت منفی لکھی جاتی ہے۔

سادہ موسیقی حرکت کی مساوات اگرچہ ہم دائری حرکت کا ظل ہر قطر پر لے سکتے ہیں۔ لیکن سہولت کے اعتبار سے ہم ہمیشہ محور لا اور محور ما کی سمت میں ہمیشہ دو علی القوائم قطر لیتے ہیں۔ ایسی صورت میں دائرہ پر حرکت کرنیوالے نقطہ کے دو ظل ہر دو محوروں پر حاصل ہوں گے، اور ہر قطر پر ظل

کی حرکت سادہ موسیقی حرکت ہوگی۔ چنانچہ شکل ۴۱
میں نقطہ پ کے ہم نے دو ظل د اور د۱ لئے ہیں۔
د کی حرکت محور لا پر ہے اور د۱ کی محور ما پر۔
حسب سابق زاویہ پ مر د = تہ اور پ مر = ن
پس اگر مر د = لا اور مر د۱ = ما
تو لا = ن جم تہ اور ما = ن جب تہ
لیکن اگر متحرک ذرہ کی ابتدائی وضع ا نہیں ہے بلکہ
ء ہے تو ء سے پ تک پہنچنے میں زاویہ ء مر پ

شکل ۴۱

ہوگا اور یہی زاویہ تہ کہلائے گا۔ پس اگر ء مر ا = عہ
تو زاویہ پ مر د = ء مر پ - ء مر ا = تہ - عہ
اسی طرح اگر ء خط مر ا سے اوپر ہو تو زاویہ پ مر د = تہ + عہ
∴ لا = ن جم (تہ ± عہ) اور ما = ن جب (تہ ± عہ) ہوگا۔
زاویہ عہ کو زاویہ آغاز یا ہیئتی زاویہ بھی کہتے ہیں۔
سابق کی رقموں میں تہ = سا و = ۲π/ط و = ۲π ت و
لہذا ان قیمتوں کو اوپر کی مساوات میں درج کرنے سے ہم کو مساوات کی مختلف شکلیں ملتی ہیں جن کو بغرض سہولت ہم یہاں ایک جگہ جمع کئے دیتے ہیں:۔

لا = ن جم تہ — ما = ن جب تہ
لا = ن جم (تہ ± عہ) — ما = ن جب (تہ ± عہ)
لا = ن جم (سا و ± عہ) — ما = ن جب (سا و ± عہ)
لا = ن جم (۲π و/ط ± عہ) — ما = ن جب (۲π و/ط ± عہ)
لا = ن جم (۲π ت و ± عہ) — ما = ن جب (۲π ت و ± عہ)

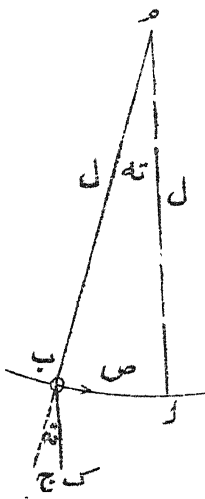
اگر بجائے نقل مکان کے محور لا پر د کی رفتار یا لی جائے تو
یا = سا جب تہ اسی طرح یا۱ = سا جم تہ
اس لئے یہ بھی سادہ موسیقی حرکت کی مساواتیں قرار دی جا سکتی ہیں۔

سادہ رقاص | اگر کسی جسم کو اس طرح آویزاں کیا جائے کہ وہ ایک افقی محور کے گرد اہتزاز کرنے میں

آزاد ہو تو اس جسم کو رقاص کہتے ہیں، اس کی شکل خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو فی الحقیقت وہ مرکب رقاص ہوتا ہے۔ چنانچہ گھڑیوں کے لنگر ایسے ہی مرکب رقاص ہوتے ہیں۔ جملہ رقاصوں میں یہ خاصیت پائی جاتی ہے کہ انکا وقت دوران ہمیشہ ایک ہی رہتا ہے بشرطیکہ قوس اہتزاز قلیل ہو۔

سادہ رقاص سے مراد ایسے بھاری جسم سے لی جاتی ہے جو ایسے ڈورے سے آویزاں ہو جس کا وزن کچھ نہ ہو اور جس کے طول میں امتداد نہ واقع ہو سکے۔ عملاً یہ شرطیں ہم پوری نہیں کر سکتے۔ اس سے قریب ترین جو صورت ہم اختیار کر سکتے ہیں وہ یہ ہے کہ سیسے کے ایک بھاری گولے کو ایک باریک تار سے آویزاں کر دیں۔

نقطۂ تعلیق سے گولے کے مرکز جاذبہ تک کا طول رقاص کا طول کہلاتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ طول ل ہے۔ اسکو رقاص کا موثر طول بھی کہتے ہیں۔ فرض کرو کہ رقاص کے گولے کی کمیت ک ہے۔

جب رقاص حالت سکون میں ہوتا ہے تو گولے کا وزن انتصاباً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔ اس کی تعدیل تار کی تنش سے ہو جاتی ہے جو انتصاباً اوپر کی جانب عمل کرتی ہے۔ لیکن جب رقاص اس وضع سے ہٹا دیا جاتا ہے تو فرض کرو کہ وہ حسب شکل ۴۲ وضع م ب، اختیار کرتا ہے۔ سکونی وضع سے اب زاویہ تہ = ا م ب بنتا ہے۔ گولے کا وزن ب پر انتصاباً نیچے عمل کرتا ہے۔

شکل ۴۲

جو قوت رقاص کو اپنی وضع میں لانا چاہتی ہے وہ
= ق = ـ ک ج جب تہ

∴ پیدا شدہ اسراع = ع = ق/ک = ـ ج جب تہ

اب اگر گولے کا نقل مکان = قوس اب = ص

تو ص = ل تہ

∴ نقل مکان / اسراع = ص / ع = ل تہ / ـ ج جب تہ = ل تہ / ـ ج تہ [جبکہ تہ قلیل ہو]

بنابریں سادہ رقاص کی حرکت سادہ موسیقی ہے۔ پس اگر رقاص کا وقت دوران = ط،

تو ط = ۲π √(نقل مکان / اسراع) = ۲π √(ل/ج)

اس سے معلوم ہوا کہ رقاص جتنا لمبا ہوگا وقت دوران اتنا ہی زیادہ ہوگا اور ج کی قیمت جہاں زیادہ ہوگی وہاں رقاص کا وقت دوران کم ہوگا۔

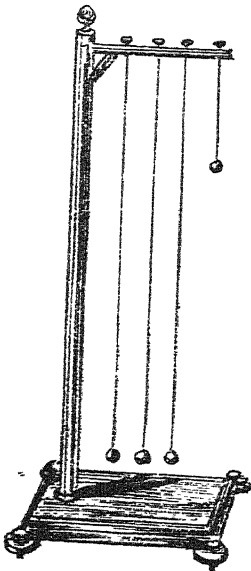
سادہ رقاص کے کلیے | اوپر کی مساوات جو ہم نے حاصل کی ہے وہ بہت اہم ہے۔ اس سے رقاصوں کے کلیے اخذ کئے جا سکتے ہیں۔ ان کی اہمیت کی وجہ سے ہم ان کو ذیل میں درج کرتے ہیں :۔

پہلا کلیہ :۔ ایک ہی رقاص کے اہتزاز ہمیشہ ہم زماں ہوتے ہیں۔ یعنی اُن کیلئے ایک ہی مدت درکار ہوتی ہے۔ یہ کلیہ پورے طور پر اُسی وقت صحیح ہوتا ہے جبکہ اہتزاز کا حیطہ قلیل ہو۔

دوسرا کلیہ :۔ مدت اہتزاز رقاص کے طول کے جذر کے راست متناسب ہوتی ہے اس کو کلیہ طول بھی کہتے ہیں۔ اگر مختلف طولوں کے رقاص لئے جائیں تو اہتزازوں کی مدتیں اُنکے طولوں کے جذر کے متناسب ہوں گی۔

تیسرا کلیہ :۔ مدت اہتزاز اس مادہ کے تابع نہیں ہوتی جس سے رقاص کا گولا بنا ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ رقاص کا گولا چاہے لکڑی کا ہو یا لوہے کا یا سیسہ کا ہر صورت میں مدت اہتزاز ایک ہی رہتی ہے۔

چوتھا کلیہ :۔ کسی دئے ہوئے رقاص کے لئے ایک اہتزاز کی مدت مقام مشاہدہ پر جاذبی اسراع کے جذر کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔

کلیوں کی تصدیق | پہلے کلیہ کی تصدیق اسطرح ہو سکتی ہے کہ ایک رقاص لیا جائے اور مساوی مدتوں میں اہتزازوں کی تعداد دریافت کی جائے۔ تو معلوم ہوگا کہ ایک ہی مدت میں اہتزازوں کی تعداد ایک ہی رہتی ہے۔

شکل ۱۴۲ ا

دوسرے کلیہ کی تصدیق کے لئے چند ایسے رقاص لو جن کے طولوں میں نسبت ۱، ۴، ۹، ۱۶، وغیرہ کی ہو۔ پھر ان سب رقاصوں کو حسب شکل ۱۴۲ ا ایک سلاخ سے آویزاں کرو۔ پھر سب گولوں کو ایک ساتھ اہتزاز میں لے آؤ۔ زاویے اہتزاز کے ہر صورت میں چھوٹے رکھو تو اُنکے اوقات دوران ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ کی نسبت میں ہوں گے۔ اس کے لئے سہولت اس میں ہوگی کہ صرف دو رقاص ایک وقت میں اہتزاز میں لائے جائیں اور پھر باری باری سے دوسرے رقاصوں کو اہتزاز کرنے دیا جائے۔

تیسرے کلیہ کی تصدیق کے لئے ایسے گولوں کو لو جن کی جسامت تقریبًا ایک ہی ہو، البتہ اس کا لحاظ رکھو کہ کارک جیسی ہلکی چیزوں کے گولے نہ لئے جائیں۔ پھر ان میں مساوی طول کے ڈورے باندھکر حسب سابق آویزاں کرو۔ پھر ان سب کو اہتزاز میں لے آؤ۔ اس کی صورت یہ ہو سکتی ہے کہ

تمام گولوں کو ایک تختہ سے ایک طرف دبا دیا جائے اور پھر تختہ کو جلدی سے الگ کر دیا جائے۔ پھر مشاہدے سے معلوم کرو کہ سب کا وقت دوران ایک ہی ہے۔ کچھ عرصہ کے بعد ہلکے گولے دوسروں سے پیچھے رہ جائیں گے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ ان پر ہوا کی مزاحمت کا اثر زیادہ پڑتا ہے۔

چوتھے کلیہ کی مدد سے ہم دراصل جاذبی اسراع کی قیمت دریافت کرتے ہیں، اس لئے اس کو ہم علیحدہ بیان کرتے ہیں۔

جاذبی اسراع کی دریافت | ایک سادہ رقاص لو اور اس کو اس طرح آویزاں کرو کہ اس کے پیچھے ایک انتصابی خط اس کی سکونی وضع کو بتلانے کے لئے رہے۔ بالعموم ایسے رقاصوں کی تعلیق کے لئے دیوار میں ایک بریکٹ لگا دیتے ہیں اس پر ایک دھار ہوتی ہے، دھار پر ایک حلقہ ہوتا ہے۔ حلقے میں نیچے ایک پیچ ہوتا ہے۔ رقاص کے تار کو یہیں سے آویزاں کرتے ہیں۔ رقاص کو سکونی وضع میں رکھکر اُسے اہتزاز میں لاؤ اور اس بات کی احتیاط رکھو کہ زاویہ اہتزاز بڑا نہ ہونے پائے۔ پھر ایک جلد گنی گھڑی کی مدد سے چند اہتزازوں [مثلاً ۵۰] کی مدت دریافت کرو۔ اہتزازوں کو گننے کیلئے دیکھو کہ گولا انتصابی خط پر سے کب گزرتا ہے۔ اس وقت گھڑی چلا دو اور اس گزر کو صفر کہو، پھر اسی طرح گزر گنتے جاؤ یہاں تک کہ تم ۱۰۰ گزر شمار کر لو۔ تو چونکہ ایک اہتزاز کامل میں رقاص انتصابی خط پر سے دو مرتبہ گزرے گا، اس لئے جو مدت تم گنوگے وہ ۵۰ اہتزازوں کی مدت ہوگی۔ اس سے ایک اہتزاز کی مدت یعنی وقت دوران معلوم کر لو۔

اس کے بعد سرل چاپ کی مدد سے گولے کا قطر دریافت کرکے نصف قطر معلوم کرو۔ پھر تار کا طول اس میں جوڑ دو تو رقاص کا موثر طول 'ل' حاصل ہو جائے گا۔

پھر ضابطہ میں دونوں قیمتیں درج کرو تو $ج = \frac{4\pi^2 ل}{ط^2}$

یہ بھی ہو سکتا ہے کہ رقاص کا طول بدل کر پھر وقت دوران لیا جائے۔ اسی طرح ل اور ط کی مختلف قیمتیں مل سکتی ہیں۔ چونکہ $ل = \frac{ج ط^2}{4\pi^2}$ اس لئے اگر ل کو معین اور $\frac{ج}{4\pi^2}$ کو فصلہ مانا جائے تو ترسیم ایک خط مستقیم حاصل ہوگی جس سے ج کی قیمت اخذ کی جا سکتی ہے۔

ثانیہ کا رقاص | ثانیے کے رقاص سے مراد وہ رقاص ہے جو دو ثانیوں میں ایک کامل اہتزاز کرتا ہے یا جو ۱ ثانیہ میں ایک انتہا سے دوسری انتہا تک جاتا ہے۔

پس یہاں ط = ۲ ثانیہ

$\therefore\ 2 = 2\pi\sqrt{\frac{ل}{ج}}$ یا $1 = \pi\sqrt{\frac{ل}{ج}}$

$\therefore\ ل = \frac{ج}{\pi^2}$

چونکہ ج کی قیمت مختلف مقاموں پر مختلف ہوتی ہے اس لئے ل کی قیمت بھی مختلف ہو گی۔

حیدرآباد دکن کے لئے ج = ۹۷۸ر۵ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ

∴ ثانیہ کے رقاصوں کا طول = ل = $\frac{\text{۹۷۸ر۵}}{\text{۳ر۱۴} \times \text{۳ر۱۴}}$ = ۹۹ر۲۴ سمر

اگر ج کی قیمت ف۔ پ۔ ث نظام میں لی جائے گی تو ل کی قیمت فٹوں میں حاصل ہو گی۔

جاذبی اسراع کی قیمت کلیہ تجاذب کی رو سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ کوئی ذرہ کسی کرے سے باہر ہو، تو وہ کرہ اس ذرہ کو اس طرح جذب کرتا ہے کہ گو یا کرہ کی ساری کمیت اس کے مرکز پر مرتکز ہو گئی ہے۔ اس سے جو اسراع پیدا ہوتا ہے وہ مرکز سے ذرہ کے فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتا ہے۔

اس طرح اگر ذرہ کرے کے اندر ہو تو ذرہ پر جذب مرکز کرہ سے ذرہ کے فاصلے کے راست متناسب ہوگا۔ ان امور کا اطلاق ہم زمین پر کر سکتے ہیں۔ چنانچہ فرض کرو کہ

ج_1 = جاذبی اسراع کی قیمت ایک بلندی ب۱ پر

ج = 〃 〃 〃 سطح زمین پر

ن = زمین کا نصف قطر

$$\text{تو}\ \text{ج}_1 : \text{ج} = \frac{1}{(\text{ن}+\text{ب}_1)^2} : \frac{1}{\text{ن}^2} \quad \therefore \text{ج}_1 = \text{ج}\left(\frac{\text{ن}}{\text{ن}+\text{ب}_1}\right)^2$$

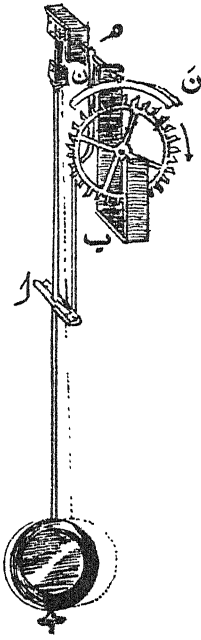
اگر ج_2 = جاذبی اسراع کی قیمت کسی کان میں

اور د = کان کی گہرائی

$$\text{تو}\ \text{ج}_2 = \text{ج}\ \frac{\text{ن}-\text{د}}{\text{ن}}$$

پس اس سے معلوم ہوا کہ سطح زمین پر جاذبی اسراع کی قیمت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔

رقاص کے اطلاقات (۱) گھڑیوں میں رقاص :۔ بڑی گھڑیوں یا گھنٹوں میں حرکت کو ضبط میں رکھنے کے لئے رقاص استعمال کئے جاتے ہیں جن کو لنگر کہتے ہیں۔ جیبی گھڑیوں کے لئے بال کمانیاں کام میں لائی جاتی ہیں۔ اس غرض کے لئے سب سے پہلے ہوئی گنس نے ۱۶۵۸ء میں رقاص استعمال کئے تھے۔ شکل ۴۳ سے اس کا استعمال واضح ہوگا۔

رقاص کی سلاخ دو شاخہ ا کی شاخوں کے درمیان حرکت کرتی ہے جس سے اس کی حرکت

منتقل ہوتی ہے سلاخ ب میں جو ایک افقی محور م پر حرکت کرتی ہے۔ اس محور میں ایک ٹکڑا ن نؔ لگا ہے، جس کو گریخت کہتے ہیں۔ اس کے دونوں سرے مڑے ہوتے ہیں اور دندانہ دار پہیہ کے دندانوں میں ٹھیک بیٹھتے ہیں ان سروں کو شم کہتے ہیں۔ اس پہیہ پر جب وزن عمل کرتا ہے تو وہ برابر حرکت کرتا رہتا ہے۔ فرض کرو کہ اس کی سمت حرکت پیکان کی سمت میں ہے۔ اگر رقاص حالت سکون میں ہو تو سرا ن دندانہ کی اور اس طرح پہیے کی حرکت کو روک دیتا ہے، اور اس لئے گھڑی بند رہتی ہے۔ لیکن اگر رقاص حرکت کرے اور شکستہ خط والی وضع میں آجائے تو ن اُٹھ جائے گا اور پہیہ گویا قید سے نکل جائے گا۔ وزن اُترنے لگے گا تو پہیے کو گھما دے گا تا آنکہ اس کی حرکت کو دوسرا سرا نؔ روک دے گا۔ لیکن پہیے کی حرکت کی وجہ سے نؔ دوسرے دندانہ پر پہیے کو روکے گا۔ اس طرح وزن باری باری سے اُترتا اور رکتا ہے۔ بالفاظ دیگر رقاص حرکت کو ضبط میں رکھتا ہے۔

شکل ۴۳۷

مناسب دندانہ دار پہیوں کے استعمال سے یہ حرکت گھڑی کی سوئیوں میں منتقل ہوتی ہے۔ پس یہاں بھی حرکت کو ضبط میں رکھنے والا رقاص ہی ہوگا۔

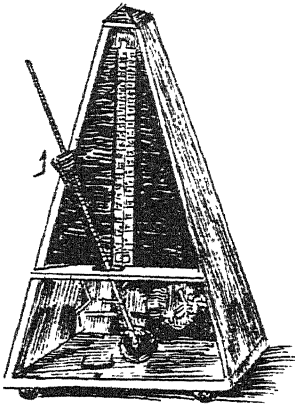
پس جب گھڑی سُست یا تیز ہو جاتی ہے تو رقاص کے طول بدل دینے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اگر گھڑی سُست چلنے لگے تو اس کے معنی یہ ہیں کہ رقاص آہستہ اہتزاز کر رہا ہے۔ اس لئے اس کے طول کو کم کرنے کی ضرورت ہے۔ اگر وہ تیز چلنے لگے تو رقاص کے طول کو بڑھانے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس مقصد کے لئے رقاص کے وزن کے نیچے ایک پیچ لگا رہتا ہے جس کے نیچے اوپر کرنے سے رقاص کا طول بڑھ گھٹ سکتا ہے۔

چونکہ حرارت بھی جسم کے طول کو بڑھا دیتی ہے اس لئے گرمیوں میں رقاص کا طول زیادہ ہوگا اور جاڑوں میں کم۔ بنابریں گرمیوں میں گھڑی سُست چلیگی اور جاڑوں میں تیز۔ اس لئے گھڑی سال تمام درست رکھنے کیلئے حرارت کے اس اثر کو زائل کرنے کی ضرورت ہوتی ہے اسکی تفصیل کتاب الحرارت میں ملے گی۔

(۲) زمین کی شکل کی دریافت ۱۶۷۱ء میں رشر نامی ایک فرانسیسی ہیئت داں نے مشاہدہ کیا کہ پیرس سے استوا کے قریب مقام کائن تک جانے میں ایک گھڑی جو پیرس میں صحیح تھی وہ کائن پر سُست ہوگئی۔ وہ

روزانہ ۲ ½ دقیقہ سست ہونے لگی۔ حرارت کی وجہ سے طول میں جو اضافہ ہوتا ہے اس کے لحاظ سے بھی یہ مقدار زیادہ تھی۔ اس لئے گھڑی کو درست کرنے کیلئے رقاص کے طول کو بقدر ½ مم کم کرنا پڑا۔ اس کے برعکس جو رقاص کاین پر ثانیہ کا رقاص تھا وہ پیرس پہونچکر تیز تر ہو گیا اس لئے اس کے طول میں متناظر اضافہ کرنا پڑا۔

اس تغیر کا اصلی سبب سب سے پہلے نیوٹن نے واضح کیا۔ اس نے یہ بتلایا کہ زمین کامل کرہ نہیں ہے۔ اگر وہ کامل کرہ ہوتی تو سطح زمین پر ہر نقطہ مرکز سے مساوی فاصلہ پر ہوتا۔ اس لئے ہر مقام پر ایک ہی رقاص کا وقت دوران ایک ہی ہوتا۔ لیکن چونکہ ایک ہی رقاص کے وقت دوران مختلف مقاموں پر مختلف ہوتے ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ جاذبہ کی قوت ہر جگہ ایک نہیں ہے۔ بالفاظ دیگر ہر مقام کا فاصلہ مرکز سے ایک نہیں ہے۔ چنانچہ تجربوں سے اس کی تصدیق ہوئی اور یہ پتہ چلا کہ قطبین کی سطح مرکز سے نزدیک تر ہے یعنی قطبین پر زمین چپٹی ہے۔ اس امر کو ہم مرکز گریز قوت کے سلسلے میں بھی بیان کر چکے ہیں۔

(۳) مدت پیما یہ رقاص کے استعمال کی ایک اور صورت ہے۔ اس میں رقاص کی ہم زمانیت سے فائدہ اٹھایا جاتا ہے۔ اس آلے کو موسیقی کی مشق میں وقت بتلانے کیلئے کام میں لاتے ہیں۔ چونکہ مختلف نغموں کی مدت مختلف ہوتی ہے اس لئے اہتزاز کی مدت بدلنے کے لئے خاص انتظام کی ضرورت ہوتی ہے۔ چنانچہ شکل ۴۷ میں ایک مدت پیما دکھلایا گیا ہے جس کے رقاص کا گولا ب سیسے کا ہے۔ وہ ایک محور م کے گرد گھومتا ہے۔ رقاص کی سلاخ اس محور سے اوپر نکلی ہوئی ہے۔ اس پر ایک وزن ا ہے جو اوپر نیچے سرک سکتا ہے اور جس کو ہر مقام پر ثابت کر سکتے ہیں۔ یہ وزن گولے ب کے اہتزاز کے خلاف عمل کرتا ہے۔ چنانچہ جب ب داہنی طرف سے بائیں طرف حرکت کرتا ہے تو ا کا اقتضا اس کے خلاف ہوتا ہے۔ ا م کا طول جتنا زیادہ ہوگا اتنا ہی اس کی یہ مزاحمت زیادہ ہوگی۔ اس لئے وزن ا جتنا زیادہ چڑھا

شکل ۴۷

دیا جائے گا اہتزاز اتنے ہی سست ہوں گے۔ آلے کے پائدان میں گھڑی کی مشین لگی رہتی ہے جس سے ایک گھنٹی بجتی رہتی ہے جو وقت بتلاتی رہتی ہے۔ آلے کے سامنے کے رُخ پر ایک پیمانہ لگا رہتا ہے جس سے وہ بلندی معلوم ہوتی ہے جہاں ا کو رکھنا چاہیئے تاکہ ایک معین تعداد اہتزاز حاصل ہو سکے۔

مشقی سوالات ۴

۱۔ ایک مشین ایک دائرہ پر ۱۲۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے چل رہی ہے۔ دائرہ کا نصف قطر ۱۰۰۰ فٹ ہے۔ مرکز کی جانب اسراع کیا ہوگا؟

$$\text{اسراع} = \frac{\text{ب}^{۲}}{\text{ن}} = \frac{(۱۲۰)^{۲}}{۱۰۰۰} = \frac{۱۴۴۰۰}{۱۰۰۰} = ۱۴٫۴ \text{ فٹ (ثانیہ)}^{-۲}$$

۲۔ ۱۰ پونڈ کی ایک کمیت ایک ڈورے سے بندھی ہے اس کو ۳ فٹ نصف قطر کے ایک دائرہ میں گھمایا جاتا ہے۔ اس میں ۱۰ فٹ فی ثانیہ کی مستقل رفتار ہے۔ ڈورے پر گھومنے والے جسم کی کشش کیا ہے؟

$$\text{مرکز گریز قوت} = \frac{\text{و ب}^{۲}}{\text{ج ن}} = \frac{۱۰ \times (۱۰)^{۲}}{۳۲ \times ۳} = \frac{۱۰۰۰}{۹۶} = ۱۰٫۳ \text{ پونڈ}$$

۳۔ کمیت ک کا ایک ذرہ ایک افقی میز پر حرکت کرتا ہے، وہ ایک ڈورے سے بندھا ہے جس کا طول ل ہے۔ ڈورا میز پر ایک ثابت نقطہ سے بندھا ہے۔ اگر سب سے بڑی کمیت جو ڈورا سنبھال سکے ک ہو تو بتلاؤ کہ ڈورے کو توڑے بغیر ذرہ زیادہ سے زیادہ کتنی گردشیں فی ثانیہ کرسکتا ہے؟

فرض کرو کہ ت = گردشوں کی مطلوبہ تعداد   تو کمیت کی رفتار = $\text{ت} \times ۲\pi\ \text{ل}$

$$\therefore \text{ڈورے کا تناؤ} = \text{ک}\ \frac{۴\pi^{۲}\ \text{ت}^{۲}\ \text{ل}^{۲}}{\text{ل}} \text{ پونڈل، پس }\ \text{ک ج} = ۴\text{ک}\ \pi^{۲}\ \text{ت}^{۲}\ \text{ل}$$

$$\therefore \quad \text{ت} = \frac{۱}{۲\pi}\left(\frac{\text{ک ج}}{\text{ک ل}}\right)^{\frac{۱}{۲}}$$

اگر گردشوں کی تعداد اس سے زیادہ ہوگی تو ڈورے کا تناؤ اس سے زیادہ ہوگا جتنا کہ ڈورا پیدا کرسکتا ہے۔ اس لئے ڈورا ٹوٹ جائے گا۔

۴۔ ایک ذرہ سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے۔ اس کا وقت دوران ۴ ثانیہ ہے۔ اگر اپنے راستہ کے مرکز سے ۴ فٹ کے فاصلہ سے وہ بہ حالت سکون آغاز کرے تو ۲ فٹ کی مسافت میں اس کو کتنا عرصہ لگے گا اور اس وقت اس کی رفتار کیا ہوگی؟

$$\text{اگر } \frac{\text{ع}}{\text{لا}} = \text{مہ}، \quad \text{تو } ۴ = \frac{۲\pi}{\sqrt{\text{مہ}}} \qquad \therefore \text{مہ} = \left(\frac{\pi}{۲}\right)^{۲}$$

جب ذرہ ۲ فٹ کا فاصلہ طے کرے گا تو وہ اپنے مرکز حرکت سے ۲ فٹ کے فاصلے پر ہوگا۔

$$\text{تو مساوات } \text{لا} = \text{ن جم} \sqrt{\text{مہ}}\ \text{و} \text{ سے} \quad \text{مدت مطلوبہ و} = \frac{۱}{\sqrt{\text{مہ}}} \text{جم}^{-۱}\frac{\text{لا}}{\text{ن}} = \frac{۲}{\pi}\text{جم}^{-۱}\frac{۲}{۴}$$

$$= \frac{۲}{\pi} \times \frac{\pi}{۳} = \frac{۲}{۳} \text{ ثانیہ}$$

$$\text{اور حاصل کردہ رفتار} = \sqrt{\text{مہ}}\left[\text{ن}^{۲} - \text{ن}^{۲}\text{جم}^{۲}(\sqrt{\text{مہ}}\ \text{و})\right]^{\frac{۱}{۲}} = \text{ن} \sqrt{\text{مہ}}\ \text{جب} \sqrt{\text{مہ}}\ \text{و}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{\pi}{۲}\right)^{۲}(۴^{۲} - ۲^{۲})} = \pi\sqrt{۳} \text{ فٹ فی ثانیہ}$$

۵۔ سطح زمین پر ایک رقاص ثانیہ بتلاتا ہے۔ اس کو ۵ میل بلند ایک پہاڑ پر لے جاتے ہیں۔ اگر زمین کا نصف قطر ۴۰۰۰ میل ہو تو ایک دن میں وہ رقاص کتنے ثانیہ کھوئے گا؟

فرض کرو ج = سطح سمندر پر جاذبی اسراع $ج_1$ = پہاڑ کی چوٹی پر جاذبی اسراع

تو $ج : ج_1 = \frac{1}{4000^2} : \frac{1}{4005^2}$ یا $\frac{ج}{ج_1} = \left(\frac{4005}{4000}\right)^2 = \left(\frac{801}{800}\right)^2$

چونکہ زمین پر رقاص ثانیہ بتلاتا ہے $\therefore 1 = \pi\sqrt{\frac{ل}{ج}}$

اگر پہاڑ پر وقت دوران = ط تو $ط = \pi\sqrt{\frac{ل}{ج_1}}$

$$\therefore ط = \sqrt{\frac{ج}{ج_1}} = \frac{801}{800}$$

∴ پہاڑ کی چوٹی پر ایک دن میں پینگوں کی تعداد $= \frac{86400}{ط} = 86400 \times \frac{800}{801}$

$$= 86400 \times \frac{1}{1 + \frac{1}{800}} = 86400\left(1 + \frac{1}{800}\right)^{-1}$$

$$= 86400\left(1 - \frac{1}{800}\right) = 86400 - 108$$

∴ ایک دن میں پینگوں میں کمی = ۱۰۸

۶۔ ایک ناقص ثانیہ کا رقاص ایک دن میں ۲۰ ثانیہ کھو دیتا ہے۔ بتلاؤ کہ صحیح وقت بتلانے کے لئے اس کے طول میں کتنا تغیر کرنا پڑے گا؟

رقاص ۸۶۴۰۰ ثانیوں میں (۸۶۴۰۰ − ۲۰) یا ۸۶۳۸۰ مرتبہ اہتزاز کرتا ہے۔ ∴ وقت دوران $= \frac{8640}{8638}$ ثانیہ

$$\therefore \frac{8640}{8638} = \pi\sqrt{\frac{ل}{ج}}$$

فرض کرو کہ ل + لا = صحیح طول رقاص کا تو $1 = \pi\sqrt{\frac{ل + لا}{ج}}$

$$\therefore 1 - \left(\frac{8640}{8638}\right)^2 = \pi^2 \frac{لا}{ج} \qquad \therefore لا = -\frac{ج}{\pi^2}\left[\left(\frac{8640}{8638}\right)^2 - 1\right]$$

$$= -\frac{ج}{\pi^2}\left[\left(1 - \frac{2}{8640}\right)^{-2} - 1\right] = -\frac{32 \times 7^2}{22^2}\left[1 + \frac{4}{8640} - 1\right]$$

$$= -\frac{49 \times 32}{484} \cdot \frac{4}{8640} = -\frac{49}{270 \times 121} \text{ فٹ} = -.018 \text{ انچ}$$

∴ رقاص کے طول میں ۰۱۸ۣ۰ انچ کی کمی کر دینی چاہیئے۔

۷۔ ۳ پونڈ کمیت کا ایک ذرہ ۴ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے ایک میز پر حرکت کرتا ہے۔ ۵ فٹ کے ایک

ڈورے سے وہ میز کے ایک نقطہ سے بندھا ہے۔ ڈورے کا تناؤ دریافت کرو۔

۸۔ ۱۲۵ ٹن وزن کا ایک انجن ۶۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے ایک موڑ پر جا رہا ہے۔ موڑ کا نصف قطر ۶۰۰۰ فٹ ہے۔ انجن کی مرکز گریز قوت وزیافت کرو۔

۹۔ ۳ فٹ لمبے ڈورے کا ایک سرا ایک افقی میز کے ایک ثابت نقطے سے بندھا ہے۔ دوسرے سرے پر اگر ۲ پونڈ کی ایک کمیت ہو اور ڈورا ایک افقی دائرہ ۶ فٹ فی ثانیہ کی شرح سے طے کرے تو ڈورے کا تناؤ دریافت کرو۔

۱۰۔ ۴ فٹ لمبا ایک ڈورا ۹ پونڈ تک سنبھال سکتا ہے۔ ۸ پونڈ کی ایک کمیت اس کے سرے پر بندھی ہے اور وہ ایک افقی دائرہ پر حرکت کرتا ہے، ڈورے کا ایک دوسرا سرا ایک میز کے ثابت نقطے سے بندھا ہے تو ڈورا بغیر ٹوٹے زیادہ سے زیادہ کتنی گردشیں فی ثانیہ کر سکتا ہے؟

۱۱۔ ایک ریل ۱ میل نصف قطر کے ایک موڑ پر ۲۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے جا رہی ہے۔ ۱۵ ثانیوں میں وہ کتنا زاویہ طے کرے گی؟

۱۲۔ ایک سادہ موسیقی حرکت میں حیطہ ارتعاش ۱۰ سم ہے اور وقت دوران ۳ ثانیہ۔ رفتار اور اسراع کی اعظم قیمتیں کیا ہیں؟

۱۳۔ ایک مقام پر ج کی قیمت ۹۸۰٫۴ ہے اور کسی دوسرے مقام پر ۹۸۱ ہے۔ پہلے مقام پر ایک رقاص ثانیہ بتلاتا ہے۔ اگر وہ دوسرے مقام پر لے جایا جائے تو ایک دن میں کتنے ثانیہ حاصل یا ضائع کرے گا؟

۱۴۔ رقاص کے ڈورے کا طول ایک انچ کم کر دیا جاتا ہے اور وقت دوران اپنی قیمت کا $\frac{1}{40}$ گھٹ جاتا ہے۔ رقاص کا اصلی طول کیا تھا؟

۱۵۔ ثانیہ بتلانے والا ایک سادہ رقاص ایک ہفتہ میں ۲۰ منٹ کھو دیتا ہے تو اس کے طول میں کتنے فیصد کمی کرنی چاہئے؟

۱۶۔ ثانیہ کا ایک رقاص ایک مقام پر ۱۰ ثانیہ روزانہ حاصل کرتا ہے، دوسرے مقام پر وہ ۱۰ ثانیہ روزانہ کھو دیتا ہے۔ ہر دو مقامات پر جاذبی اسراعوں کا مقابلہ کرو۔

۱۷۔ ایک گھڑی میں ثانیہ کا رقاص ہے۔ وہ روزانہ ۹ ثانیہ کھو دیتا ہے، رقاص کے طول میں کتنا تغیر کرنا چاہیئے؟

۱۸۔ اگر ثانیہ بتلانے والے کسی رقاص کے طول میں اس کے سویں حصے کے برابر اضافہ کر دیا جائے

تو ۲۴ گھنٹوں میں کتنے اہتزازوں کی کمی واقع ہوگی؟

۱۹۔ ایک سادہ رقاص ۴۴ ثانیوں میں ۲۰ کامل اہتزاز کرتا ہے۔ اگر اس کے طول میں ۴۷ء۶۸۰ سمر کی کمی کر دی جائے تو پھر وہ ۲۱ کامل اہتزاز ۴۳ ثانیوں میں کرتا ہے۔ ج کی قیمت دریافت کرو۔

۲۰۔ ایک کان کی تہہ میں ثانیہ کا ایک رقاص روزانہ ۱۰ ثانیہ کھو دیتا ہے۔ کان کی گہرائی دریافت کرو۔

۲۱۔ ثانیہ کا ایک رقاص نصف میل اونچے ایک پہاڑ کی چوٹی پر لے جایا جاتا ہے۔ روزانہ کتنے ثانیہ ضائع ہوں گے؟ پہاڑ کی چوٹی پر اگر وہ ثانیہ بتلانے کے لئے استعمال کیا جائے تو اس کے طول میں کتنی کمی کرنی چاہئے؟ زمین کے مرکز کو پہاڑ کے دامن سے ۴۰۰۰ فٹ مان لو۔

۲۲۔ اگر کسی پہاڑ کی چوٹی پر ایک رقاص ۲۴ گھنٹوں میں ن اہتزاز کھو دے تو ثابت کرو کہ پہاڑ کی بلندی ۲۴۵ × ن فٹ ہوگی؟

نواں باب

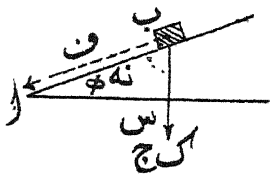
کام، طاقت اور توانائی

کام "کام" سے ذہن فوراً اس طرف منتقل ہوتا ہے کہ کوئی "عمل" ہو رہا ہے۔ اس مفہوم کی بنا پر سائنس میں اس لفظ کا استعمال کیا گیا ہے۔ اگر کوئی قوت ایسی ہو کہ کسی دوسری قوت کا مقابلہ کر کے کسی جسم کو سکون میں رکھے تو "کام" کا کوئی مفہوم اس سے نہیں پیدا ہوتا۔ لیکن اگر وہ قوت جسم کو حرکت میں لے آئے تو فوراً "حیات" یا "کام" کا مفہوم ذہن میں پیدا ہو جاتا ہے۔ سائنس میں کام کی تعریف سے اس لئے مطلب یہ ہونا چاہئے کہ اس "مفہوم" کو ہم کمی حیثیت سے پیش کر دیں۔ کام میں دو مقداریں شریک ہیں۔ ایک قوت، دوسرے حرکت، اگر حرکت قوت کی سمت میں ہو تو کہتے ہیں کہ "قوت نے کام کیا" اور اگر حرکت قوت کی سمت کے خلاف ہو تو کہتے ہیں کہ "قوت کے خلاف کام ہوا"۔ پس

"اگر کوئی قوت ق ایک جسم پر عمل کرے اور اس کا نقطہ عمل ایک فاصلہ ف ایسی سمت میں طے کرے جو ق کی سمت سے زاویہ تہ بنائے تو کہتے ہیں کہ قوت نے جسم پر کام کیا جس کی قدر ق ف جم تہ ہوتی ہے"

چنانچہ کمیت ک کا ایک جسم ایک بلندی ب میں میز سے فرش پر گرایا جائے تو عاملہ قوت = ک ج اور نقطہ عمل کا طے کردہ فاصلہ = ب، اس لئے جاذبہ کا کردہ کام = ک ج ب۔ اگر جسم فرش سے میز تک اٹھایا جائے تو جاذبہ کے خلاف کام = ک ج ب۔

اسیطرح اگر کمیت ک کا ایک جسم افقی سے زاویہ فہ بناتی ہوئی ایک سطح مائل (شکل ۴۵) پر ایک فاصلہ ف طے کرے تو جاذبہ کا کام = ک ج ف × جم ا ب س

= ک ج ف جب فہ

شکل ۴۵

حاصل ضرب ق ف جم تہ کو ہم قوت اور قوت کی سمت میں نقل مکان کے تحویلی جز کا حاصل ضرب سمجھ سکتے ہیں یا پھر نقل مکان اور نقل مکان کی سمت میں قوت کے جز تحویلی کا حاصل ضرب مان سکتے ہیں۔ عام طور پر اگر

نقل مکان اور قوت ایک ہی سمت میں ہوں تو کام = ق ف - اس لیے ہم کام کی تعریف یوں کر سکتے ہیں:۔
کسی قوت کے کام سے مراد عاملہ قوت اور اس کے نقطہ عمل کے طے شدہ فاصلہ کا حاصل ضرب ہے۔
اگر قوت کا نقطہ عمل حرکت نہ کرے بالفاظ دیگر جسم میں حرکت نہ پیدا ہو یا اگر حرکت پیدا ہو تو قوت کی سمت کے علی القوائم ہو تو دونوں صورتوں میں کام نہیں ہوا جیسا کہ کام کو طبیعیات میں سمجھا جاتا ہے۔ پہلی صورت کی مثال یہ ہے کہ ایک شخص کے ہاتھ میں ۱۰ پونڈ کی ایک کمیت ہے۔ اسمیں کام نہ ہونے کی وجہ یہ ہے کہ کمیت میں کوئی حرکت یا نقل مکان نہیں ہے۔ شخص ایک ایسی قوت لگاتا ہے جو جاذبہ کی قوت پر غالب آجاتی ہے، لیکن اس کو کام نہیں کہتے۔ دوسری صورت کی مثال سادہ رقاص میں ڈورے میں تنش کی قوت ہے۔ گولا ہمیشہ ڈورے کی سمت کے علی القوائم حرکت کرتا ہے اور ڈورے کی تنش قوت کوئی کام نہیں کرتی، کیونکہ جم تتہ = جم ۹۰° = ۰
<u>کام کی اکائیاں</u> | چونکہ کام = قوت × فاصلہ، اس لئے کام کی پیمائش کیلئے قوت اور فاصلے کی پیمائش ضروری ہے۔
ف - پ - ث نظام میں قوت کی اکائی پونڈل ہے اور فاصلہ کی فٹ۔ اس لئے کام کی اکائی افٹ پونڈل کہلائے گی۔ اس کی تعریف حسب ذیل ہے:۔
<u>افٹ پونڈل</u> کام سے مراد وہ کام ہے جو اپونڈل کی قوت ایک فٹ کے فاصلے میں انجام دے۔
اس نظام میں قوت کی تجاذبی اکائی اپونڈ ہے۔ لہذا کام کی تجاذبی اکائی بھی افٹ پونڈ ہوگی۔ اس کی تعریف حسب ذیل ہے:۔
<u>افٹ پونڈ</u> کام سے مراد کام کی وہ مقدار ہے جو اپونڈ کے وزن کے مساوی قوت ایک فٹ کے فاصلے میں انجام دے۔ یا
<u>افٹ پونڈ</u> کام سے مراد وہ کام ہے جو افٹ کے فاصلے میں اپونڈ کی کمیت کو جاذبہ کی قوت کے خلاف اٹھانے میں انجام پائے۔
س - گ - ث نظام میں قوت کی اکائی ڈائن ہے اور فاصلہ کی سم۔ اس لئے کام کی مطلق اکائی ارگ کہلائی ہے۔ ارگ کی تعریف حسب ذیل ہے:۔
ا ارگ کام سے مراد وہ کام ہے جو اڈائن کی قوت ایک سم کے فاصلے میں انجام دے۔
تجاذبی اکائیوں میں کام کی اکائی کو ہم گرام سم لے سکتے ہیں یا کلوگرام میٹر۔ ہر دو کی تعریفیں حسب ذیل ہوں گی:۔

اگرام سمر کام سے مراد کام کی وہ مقدار ہے جو اگرام وزن کے مساوی قوت ایک سمر کے فاصلے میں انجام دے۔ یا اگرام سمر کام سے مراد وہ کام ہے جو اگرام کی کمیت کو جاذبہ کے خلاف اسمر کے فاصلے میں انتصاباً اٹھانے میں صرف ہو۔ اسی طرح

اکلوگرام میٹر کام سے مراد وہ کام ہے جو اکلوگرام وزن کے مساوی قوت اسمر کے فاصلے میں انجام دے یا اس سے مراد وہ کام ہے جو ایک کلوگرام کی کمیت کو جاذبہ کے خلاف اسمر کے فاصلے میں اُٹھانے میں صرف ہو۔

چونکہ اگرام = ج ڈائن ، اپونڈ = ج پونڈل

∴ اگرام سمر = ج ارگ ، افٹ پونڈ = ج فٹ پونڈل

ارگ چونکہ ایک چھوٹی اکائی ہے اس لئے عملی اغراض کے لئے ایک بڑی اکائی استعمال کی جاتی ہے جس کو جول کہتے ہیں۔ یہ ارگ کا ایک کرور گنا ہوتی ہے۔ یعنی

اجول = ۱٬۰۰٬۰۰٬۰۰۰ ارگ = ۱۰^۷ ارگ۔

اور اکلوگرام میٹر = ۱۰۰۰ × ج × ۱۰۰ = ۱۰^۵ × ۹۸۱ = ۹۸۱۰۰۰۰۰ ارگ

کلوگرام میٹر کو تجاذبی میٹری اکائی بھی کہتے ہیں۔

طاقت | کام کی تعریف میں ہم نے قوت اور فاصلے کی مقداروں کو استعمال کیا ہے۔ اس میں وقت کا کوئی ذکر نہیں ہے۔ جس کا مطلب یہ ہے کہ کام خواہ ایک ہی دفعہ کیا جائے یا بدفعات انجام دیا جائے اس کی جملہ مقدار ایک ہی رہے گی۔ مثلاً ۳۰۰ پونڈ کی کمیت کو ۱۰۰ فٹ کے فاصلے میں حرکت دیجائے تو خواہ یہ نتیجہ ایک دن میں حاصل ہو یا ایک دقیقہ میں کام کی مقدار مجموعی ایک ہی رہے گی ، یعنے (۳۰۰ × ۱۰۰) فٹ پونڈ۔ لیکن اکثر صورتوں میں بالخصوص مشینوں میں اس امر کے جاننے کی بھی ضرورت ہوتی ہے کہ کام کس شرح سے انجام پارہا ہے۔ پس

کسی عامل کے کام کرنے کی شرح کو طاقت یا فعالیت کہتے ہیں۔

یعنی طاقت = ط = $\frac{\text{کام}}{\text{وقت}}$ = $\frac{\text{قوت} \times \text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$ = $\frac{\text{ق} \times \text{ف}}{\text{و}}$ کام فی اکائی مدت

نیز ف = ر و ، جہاں ر = رفتار

∴ ط = $\frac{\text{ق} \times \text{ر و}}{\text{و}}$ = ق × ر = ق ر

طاقت کی اکائیاں | کام کی اکائی کے ساتھ اگر وقت کی اکائی لے لی جائے تو ہم کو طاقت کی اکائی حاصل ہوگی۔ چنانچہ

ف۔ پ۔ ث نظام میں طاقت کی اکائیاں افٹ پونڈل فی ثانیہ یا افٹ پونڈ فی ثانیہ ہوں گی۔

ان سے مراد طاقت کی وہ اکائیاں ہیں جن میں ایک ثانیہ میں ا فٹ پونڈل یا ا فٹ پونڈ کام انجام پائے۔
لیکن اس نظام میں عملی اکائی اسپی طاقت ہے۔ اس کو دخانی انجن کے موجد جیمس واٹ نے جاری کیا تھا۔ اس کی تعریف حسب ذیل ہے:۔
اگر کوئی مشین یا عامل ایک ثانیہ میں ۵۵۰ فٹ پونڈ یا ایک دقیقہ میں ۳۳۰۰۰ فٹ پونڈ کام انجام دے تو اس مشین یا عامل کی طاقت ایک اسپی طاقت کہلاتی ہے۔
س۔گ۔ث نظام میں طاقت کی اکائی ۱ ارگ فی ثانیہ، ۱ گرام سمر فی ثانیہ یا ۱ کلوگرام فی ثانیہ ہوگی۔ ان سے مراد طاقت کی وہ اکائیاں ہیں جن میں ۱ ثانیہ میں ۱ ارگ، ۱ گرام سمر یا ۱ کلوگرام سمر کام انجام پائے۔
لیکن عملی اکائی اس نظام میں ایک واٹ ہے۔ یہ نام خود جیمس واٹ کے نام پر ہے۔ ایک واٹ سے مراد ایسے عامل کی طاقت ہے جو ۱ جول فی ثانیہ کی شرح سے کام کرے۔ اس سے بھی ایک بڑی اکائی استعمال ہوتی ہے جس کو کلوواٹ کہتے ہیں۔

۱ کلوواٹ = ۱۰۰۰ واٹ

بعض انجنیر "میٹری اسپی طاقت" بھی استعمال کرتے ہیں۔

۱ میٹری اسپی طاقت = ۷۵۰ واٹ

۱ کلواٹ = $\frac{۴}{۳}$ ۱ اسپی طاقت تقریباً

۱ اسپی طاقت = ۷۴۶ واٹ

توانائی جب ہم کہتے ہیں کہ فلاں شخص میں "توانائی" زیادہ ہے تو اس سے مطلب یہی ہوتا ہے کہ وہ شخص بلا تکان کسی کام کو انجام دے سکتا ہے اور اس کو تعطیل یا آرام کی ضرورت نہیں۔ گویا کہ وہ شخص بہت "مستعد" ہے۔ اس کا ایک مفہوم یہ بھی ہے کہ اس شخص میں "استعداد یا قوت" کا ایک خزانہ موجود ہے جس کو وہ استعمال کرتا رہتا ہے۔
سائنس میں بھی توانائی کا مفہوم بھی کچھ اسی سے ملتا جلتا ہے۔ چنانچہ توانائی سے مراد کسی جسم کے کام کرنے کی قابلیت ہے۔ اور جسموں کے کسی نظام میں جو توانائی موجود ہے اسکی پیمائش اس کام سے ہوگی جو وہ نظام کر سکتا ہے۔ اور کام اسی وقت انجام پا سکتا ہے جبکہ کام کرنے والے نظام کے کسی حصے میں توانائی کا کوئی خزانہ موجود ہو۔
فرض کرو کہ ایک رانفع ۱۰۰ پونڈ کی ایک کمیت کو ۲۰ فٹ کی بلندی تک اٹھالیجائے۔ اس کمیت کو اٹھانے کیلئے کام کی ضرورت ہوئی، جو = ۲۰ × ۱۰۰ فٹ پونڈ۔ اس نئی وضع میں کمیت میں کام

کرنے کی قابلیت پیدا ہو گئی ہے۔ اگر اس کو کسی مناسب طریقے سے گرایا جائے تو یہ اپنی توانائی کسی مشین میں منتقل کر سکتی ہے۔

اگر کسی گاڑی کے پہیے کو اس کے محور پر گھمانا مقصود ہو تو یا تو پہیے کی تیلیوں پر یا خود ٹائر پر ایک دھکا دینے کی ضرورت ہے۔ اس کوشش میں توانائی پہیے میں جمع ہو جاتی ہے۔ جب پہیہ حرکت میں لایا جاتا ہے تو وہ گھومتا رہتا ہے تاآنکہ کوئی قوت اس کو روک دے۔ پہیے پر جو کام ہوا وہ گردشی حرکت کی توانائی کی صورت میں جمع ہو جاتا ہے۔ اس جمع شدہ توانائی سے دوسرے جسموں پر کام انجام دیا جا سکتا ہے۔ تمام صورتوں میں جسموں کو حرکت میں لانے کے لئے توانائی کی ضرورت ہے اور جب وہ جسم رک جاتے ہیں تو توانائی واپس ہو جاتی ہے۔

توانائی کی قسمیں | توانائی کی دو قسمیں قرار دی جاتی ہیں۔ ایک توانائی بالقوہ دوسری توانائی بالفعل۔

توانائی بالقوہ سے مراد وہ توانائی ہے جو کسی جسم میں اس کی وضع کی وجہ سے ہو۔ جب کسی کمیت کو سطح زمین سے بلند کیا جاتا ہے تو اس میں اپنی وضع کی وجہ سے توانائی آ جاتی ہے۔ جب کوئی کمانی دبائی جاتی ہے یا کوئی کمان موڑی جاتی ہے تو اس میں توانائی جمع ہو جاتی ہے۔ اس توانائی کو دوبارہ حاصل کیا جا سکتا ہے۔ یہی توانائی بالقوہ ہے۔

توانائی بالفعل سے مراد کسی جسم کی وہ توانائی ہے جو بوجہ حرکت اس میں پائی جائے۔

ہر جسم متحرک دوسرے جسموں سے متصادم ہو کر ان کو حرکت میں لا سکتا ہے۔ چنانچہ بندوق کی نال سے کوئی گولی اگر ۳۰۰ میٹر فی ثانیہ کی رفتار سے نکلے تو اس میں توانائی موجود ہو گی۔ اسکا ثبوت یہ ہے کہ جب وہ کسی جسم سے ٹکراتی ہے تو وہ زبردست مزاحمت پر غالب آ سکتی ہے۔ ویسے بھی عام تجربہ یہی ہے کہ کوئی جسم تیز رفتار سے متحرک ہو تو اس کا روکنا مشکل ہوتا ہے۔ اس کا سبب بھی یہی ہے کہ اس میں توانائی ہوتی ہے۔ یہی توانائی بالفعل ہے۔ ہر متحرک جسم میں توانائی بالفعل ہوتی ہے۔ رفتار جتنی زیادہ ہوتی ہے یہ توانائی بھی اتنی ہی زیادہ ہوتی ہے۔ جسم متحرک کی کمیت بھی اگر زیادہ ہو تو بھی یہ توانائی زیادہ ہوتی ہے۔

توانائی بالقوہ کی پیمائش | اگر کسی جسم کی کمیت ک ہو اور کسی دی ہوئی وضع سے اس کو بلندی ف میں اٹھایا جائے تو جسم پر انتصابی قوت ک ج عمل کرے گی اور یہ قوت اپنی سمت میں ایک فاصلہ ف کو طے کرے گی۔

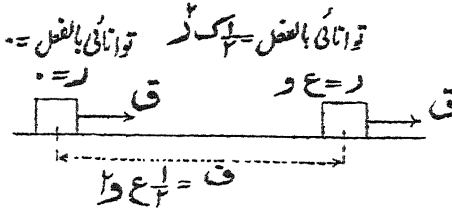
∴ یہ قوت جو کام کرے گی وہ = ک ج ف

اگر جسم اپنی اصلی وضع پر واپس لایا جائے تو یہ توانائی دوبارہ جسم سے حاصل ہو سکتی ہے، اس لئے اپنی وضع کی وجہ سے جسم میں توانائی کا ایک خزانہ موجود ہوگا جو ک ج ف کے مساوی ہوگا۔

∴ توانائی بالقوہ = ک ج ف

اوپر جو مثال ہم نے لی ہے اس میں جسم جاذبہ کے خلاف ایک بلندی میں اُٹھایا گیا ہے اس لئے اس توانائی بالقوہ کو تجاذبی توانائی بالقوہ بھی کہتے ہیں۔ اسی طرح اگر بجائے تجاذبی قوتوں کے جسم پر برقی قوتیں عمل کریں تو توانائی بالقوہ برقی توانائی بالقوہ کہلائے گی۔ وعلی ہذا اس توانائی بالقوہ کی دوسری صورتیں بھی ہو سکتی ہیں۔

توانائی بالفعل کی پیمائش: کسی جسم کی توانائی بالفعل معلوم کرنے کیلئے جسم میں ایک رفتار مانو، اس کے لئے کام کی ضرورت ہوگی۔ جب جسم روک دیا جائے گا تو اتنی توانائی دیدے گا جو اس کام کے مساوی ہوگی جس نے حرکت کا آغاز کیا۔ تعریف کی رو سے یہی توانائی بالقوہ ہے۔

اگر جسم کی کمیت ک ہو اور اسمیں
اسراع 'ع' ہو تو قوت ق = ک ع
[نیوٹن کے کلیہ سے]
فرض کرو کہ (شکل ۴۶)
ف = فاصلہ جو جسم نے طے کیا
تو کام = ق × ف = ک ع ف

توانائی بالفعل = ۰
ر = ۰
ق
توانائی بالفعل = ½ ک ر²
ر = ع و
ق
ف = ½ ع و²

شکل ۴۶

اگر جسم سکون سے آغاز کرے تو
مدت و کے بعد اس کی رفتار ر = ع و
اور مدت و میں طے شدہ فاصلہ = ف = ½ ع و²
∴ ع ف = ½ ر²
∴ کام = ک × (ع ف) = ک × ½ ر² = ½ ک ر²

اس جملہ سے کام کی وہ مقدار حاصل ہوتی ہے جو کمیت ک میں رفتار 'ر' پیدا کرنے کیلئے ضروری ہے۔ اس کام کا انحصار طے شدہ فاصلے یا اسراع پر نہیں ہے۔ اس کا تعلق صرف جسم کی کمیت اور اس کی رفتار سے ہے۔

اب اگر جسم پر ایک ابطائی قوت لگائی جائے یہاں تک کہ وہ ساکن ہو جائے تو متحرک جسم

اس قوت کے خلاف کام کرے گا۔ جب جسم ساکن ہو جائے گا تو قوت کے خلاف جو کام ہو گا وہ اس کام کے مساوی ہو گا جس سے حرکت پیدا ہوئی تھی۔ پس حالت حرکت میں جسم کی توانائی،

توانائی بالفعل = $\frac{1}{2}$ ک س^{2}

اس مساوات سے پتہ چلتا ہے کہ جب جسم کی رفتار بڑھتی ہے تو توانائی بالفعل میں اضافہ اس کام کے مساوی ہوتا ہے جو قوت جسم پر کرتی ہے۔ یعنی

کام = قوت اسراعی × فاصلہ = $\frac{\text{ک}}{2}$ (س^{2} - ر^{2})

اگر جسم کی رفتار گھٹ رہی ہو تو توانائی بالفعل کا نقصان اس کام کے مساوی ہو گا جو جسم اس ابطائی قوت کے خلاف کرے گا یعنی

کام = قوت ابطائی × فاصلہ = $\frac{\text{ک}}{2}$ (ر^{2} - س^{2})

توانائی کی اکائیاں | توانائی کی پیمائش چونکہ کام کے ذریعہ سے ہوتی ہے اس لئے توانائی کی اکائیاں بھی وہی ہوں گی جو کام کی ہیں۔ چنانچہ

توانائی بالقوۃ = ک ج ف فٹ پونڈل یا ارگ

= ب ف فٹ پونڈ یا گرام سمر

جہاں ب = ک ج = جسم کا وزن

اسیطرح توانائی بالفعل = $\frac{1}{2}$ ک س^{2} فٹ پونڈل یا ارگ

= $\frac{1}{2}$ $\frac{\text{ب}}{\text{ج}}$ س^{2} فٹ پونڈ یا گرام سمر

یعنی توانائی بالفعل = $\frac{\text{(وزن پونڈ میں)} \times \text{(فٹ فی ثانیہ میں رفتار)}^{2}}{۳۲ \times ۲}$ فٹ پونڈ

یا توانائی بالفعل = $\frac{\text{(وزن گرام میں)} \times \text{(رفتار سمر فی ثانیہ میں)}^{2}}{۹۸۱٫۵ \times ۲}$ گرام سمر

توانائی کے استحالے | کسی جسم کی توانائی، بالقوۃ سے بالفعل میں یا بالفعل سے بالقوۃ میں مستحیل ہو سکتی ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ ایک پتھر ایک پہاڑی کی چوٹی پر رکھا ہے۔ پتھر کا وزن فرض کرو کہ ب ہے اور پہاڑی کی بلندی ف ہے۔ توانائی بالقوۃ اس کام کے مساوی ہے جو پتھر کو بلندی ف تک لے جانے میں صرف ہوا۔ چونکہ زمین کی کشش پتھر پر ب ہے اس لئے توانائی بالقوۃ ب ف فٹ پونڈ ہوئی۔ اگر پتھر کو گرنے دیا جائے تو اس کی توانائی بالقوۃ کا نقصان ہو گا۔ لیکن اس کی توانائی بالفعل میں اضافہ ہو جائے گا۔ جب پتھر دامن کوہ تک پہونچتا ہے تو اس کی

ساری توانائی بالقوہ بالفعل میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس طرح کہ راستہ کے ہر نقطے پر توانائی بالقوہ اور توانائی بالفعل کا مجموعہ ایک ہی رہتا ہے۔

توانائیوں کے اس استحالہ کی بہت سی مثالیں دی جا سکتی ہیں چنانچہ ذیل میں چند درج کیجاتی ہیں:۔

(۱) جب رقاص ساکن ہوتا ہے تو اس میں توانائی بالقوہ ہوتی ہے، جب وہ حرکت کرنے لگتا ہے تو اسمیں توانائی بالفعل پیدا ہو جاتی ہے اور جب رقاص اپنی انتہائی وضع میں پہونچ جاتا ہے۔ تو یہی توانائی بالفعل بالقوہ میں تبدیل ہو جاتی ہے اور پھر بالقوہ بالفعل میں مستحیل ہوتی ہے جس سے رقاص کی حرکت جاری رہتی ہے۔

(۲) کسی کمانی میں ایک وزن لگا دیا جائے تو کمانی جب اپنے انتہائی طول میں پہنچتی ہے اس وقت اس میں نہ تو رفتار ہوتی ہے اور نہ توانائی بالفعل۔ جب وزن کو چھوڑ دیا جاتا ہے تو وہ اوپر اٹھتا ہے اور اس میں توانائی بالفعل پیدا ہو جاتی ہے۔ اس درمیان میں توانائی بالقوہ توانائی بالفعل میں مستحیل ہو رہی ہے۔ جب وزن اپنے انتہائی نقطہ تک اٹھ جاتا ہے تو کمانی پر تغلیظ سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ اور اسکی تمام توانائی بصورت توانائی بالقوہ موجود رہتی ہے۔ جب کمیت نیچے کی طرف حرکت کرتی ہے تو اس میں رفتار اور توانائی بالفعل پیدا ہوتی ہے۔ پس توانائی بالقوہ اور بالفعل کے یہ استحالے اس وقت تک ہوتے رہتے ہیں جب تک کہ کمانی کے اہتزاز قائم رہتے ہیں۔

(۳) پون چکی بھی اس کی ایک اچھی مثال ہے۔ ہوا کی حرکت پہیے میں گردش پیدا کرتی ہے اس وجہ سے پہیے میں جو توانائی بالفعل آ جاتی ہے اس سے پانی پمپ کر کے ایک حوض میں پہنچایا جاتا ہے۔ پانی کو اٹھانے کے لئے کام یا توانائی جو درکار ہوتی ہے وہ پہیے کی گردش توانائی سے حاصل ہوتی ہے۔ پانی اٹھانے کا یہ کام بہ حیثیت توانائی بالقوہ جمع ہو جاتا ہے۔ اگر پانی کو حوض میں سے نکلنے دیا جائے تو یہ توانائی بالقوہ بالفعل میں مستحیل ہو جائے گی۔

<u>استمرار توانائی</u> توانائی جن صورتوں میں پائی جاتی ہے اور پھر ایک صورت سے دوسری صورت میں جس طرح مستحیل ہو جاتی ہے اس کے مطالعہ سے ایک بہت ہی اہم اصول کا پتہ چلتا ہے جس کو <u>اصول استمرار توانائی یا بقاد توانائی</u> کہتے ہیں۔ اس اصول کو ہم پہلے باب میں بیان کر آئے ہیں۔ یہاں ہم اُسے کسی قدر مختلف الفاظ میں بیان کریں گے:۔

کسی جسم یا جسموں کے کسی نظام میں جس کو توانائی نہ تو پہنچتی ہو اور نہ وہ خود کسی کو توانائی دے رہا ہو، مجموعی توانائی کی مقدار ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔

دوسرے الفاظ میں اس کے معنی یہی ہیں کہ توانائی کی تخلیق یا تعدیم ممکن نہیں۔ ہاں یہ ہو سکتا ہے

کہ وہ ایک صورت سے دوسری صورت میں مستحیل ہوجائے لیکن بالآخر اسکی مجموعی مقدار ایک ہی رہتی ہے۔

مثال کے طور پر بندوق کی ایک گولی لو۔ بارود میں سے جو گیسیں پھیلتی ہیں وہ کام کرکے گولی میں توانائی بالفعل پیدا کردیتی ہیں۔ گولی ہوا میں اُڑتی ہے تو اس کی توانائی بالفعل میں نقصان واقع ہوتا ہے کیونکہ ہوا کی رگڑ کی وجہ سے حرارت پیدا ہوجاتی ہے۔ جب نشانہ پر لگتی ہے تو آواز پیدا ہوتی ہے اور ساتھ ہی ساتھ روشنی بھی۔ پس توانائی کا ایک حصہ آواز اور روشنی میں مستحیل ہوجاتا ہے۔ ہدف پر بھی حرارت پیدا ہوجاتی ہے اور گولی کے ٹکڑے بھی توانائی لے جاتے ہیں۔ لیکن ان سب کو اگر جمع کیا جائے تو اتنی ہی توانائی حاصل ہوگی جو بندوق سے نکلتے وقت گولی میں تھی۔

مشقی سوالات ۵

۱۔ ایک ٹن کوئلہ کو ۱۰ فٹ اونچی ایک عمارت پر لے جایا جاتا ہے، کام کی مقدار دریافت کرو۔

کام = قوت × فاصلہ = ۲۲۴۰ × ۱۰ = ۲۲۴۰۰ فٹ پونڈ

۲۔ ۵۰۰ پونڈ وزنی ایک بوجھ کو ۲۰ فٹ کی بلندی تک اُٹھایا جاتا ہے، اس میں ایک دقیقہ صرف ہوتا ہے۔ کام کرنے کی شرح دریافت کرو۔

کام = ۵۰۰ × ۲۰ فٹ پونڈ ∴ طاقت = $\frac{\text{کام}}{\text{وقت}}$ = $\frac{۵۰۰ \times ۲۰}{۶۰}$ = ۱۶۶٫۶۷ فٹ پونڈ فی ثانیہ

۳۔ اگر ایک موٹر ۵۲ کلوگرام وزن کو ۴ میٹر کے فاصلے میں ۵ دقیقوں میں بلند کردے تو موٹر کی طاقت دریافت کرو۔

طاقت = $\frac{\text{جول میں کام}}{\text{ثانیہ میں وقت}}$ = $\frac{۴۰۰ \times ۹٫۸۱ \times ۱۰۰۰ \times ۲۵}{۵ \times ۶۰ \times ۱۰^{۷}}$ = ۳٫۳ واٹ تقریباً

۴۔ ۱۵۰ ٹن کمیت کی ایک ریل گاڑی کو ۶۰ میل فی گھنٹہ کی یکساں شرح سے چلانا مقصود ہے، اگر رگڑ اور ہوا کی مزاحمت وغیرہ کی وجہ سے مزاحمتیں ۱۰ پونڈ وزن فی ٹن ہوں تو انجن کی اسپی طاقت کیا ہونی چاہئے؟

ریل کو روکنے کیلئے قوت = ۱۵۰ × ۱۰ = ۱۵۰۰ پونڈ وزن، ۶۰ میل فی گھنٹہ = ۸۸ فٹ فی ثانیہ

∴ کام = ۱۵۰۰ × ۸۸ فٹ پونڈ۔ اگر لا = اسپی طاقت مطلوبہ

تو لا × ۵۵۰ = ۱۵۰۰ × ۸۸ ∴ لا = ۲۴۰

۵۔ ۴، اونس کمیت کی ایک گولی ۱۲۰۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے ایک ہدف پر فیر کی جاتی ہے۔

ہدف کی کمیت ۲۰ پونڈ ہے اور حرکت کرنے میں آزاد ہے تو توانائی بالفعل کا نقصان دریافت کرو۔

فرض کرو کہ گولی اور ہدف کی مشترک رفتار = v، تو چونکہ معیار حرکت کا نقصان نہیں ہوتا۔

$$\therefore \left(20 + \frac{4}{16}\right) v = \frac{4}{16} \times 1200 \qquad \therefore v = \frac{400}{27}$$

ابتدائی توانائی بالفعل $= \frac{1}{2} \times \frac{4}{16} \times 1200^2$ آخری توانائی بالفعل $= \frac{1}{2}\left(20 + \frac{4}{16}\right) v^2 = \frac{20000}{9}$

$\therefore$ توانائی کا نقصان $= \frac{1}{2} \times \frac{4}{16} \times 1200^2 - \frac{20000}{9} = \frac{50000}{9}$ فٹ پونڈ

۶۔ ۵۰۰ ڈائن کی ایک قوت ۲۰ سمر کا فاصلہ طے کرتی ہے، کام دریافت کرو۔

۷۔ ۲ کلوگرام وزن کے برابر اگر ایک قوت ۳ میٹر کے فاصلے میں عمل کرے تو جولوں میں کام کی مقدار دریافت کرو۔

۸۔ ۳ پونڈ وزنی ایک گھڑی کو جاذبہ کے خلاف ۲ فٹ تک اٹھایا جاتا ہے توانائی بالقوہ دریافت کرو۔

۹۔ ۳ ٹن وزنی ایک موٹر گاڑی ۳۰ فٹ فی ثانیہ کی رفتار سے چل رہی ہے۔ اسکی توانائی بالفعل کیا ہے؟

۱۰۔ ۷۵ پونڈ وزنی ایک لڑکا ۲۵ فٹ فی ثانیہ کی شرح سے برف پر پھسلتا ہے۔ رگڑ کی وجہ سے ابطائی قوت ۳ پونڈ ہے۔ ساکن ہونے سے پہلے وہ کتنی دور تک جائے گا؟

۱۱۔ ۲۰ فٹ لمبی ایک سیڑھی ایک انتصابی دیوار پر کھڑی ہے اور اس سے ۳۰° کا زاویہ بناتی ہے۔ اگر ۱۲ اسٹون وزن کا ایک شخص اس سیڑھی پر چڑھے تو فٹ پونڈ میں کام دریافت کرو۔

۱۲۔ ۱۰ اسٹون وزن کا ایک شخص ۳۸۰۰ فٹ اونچے ایک پہاڑ پر ۳ گھنٹوں میں چڑھ جاتا ہے۔ اسپی طاقت میں جاذبہ کے خلاف اس کے کام کی شرح دریافت کرو۔

۱۳۔ ۴۰۰ میٹر فی ثانیہ کی شرح سے ایک گولی چلتی ہے تو ۱۲ سمر دبیز ایک شہتیر میں گھس جاتی ہے۔ گولی کی کمیت ۸ گرام ہے۔ اگر شہتیر کی مزاحمت مستقل ہو تو اس کی مقدار کتنی ہوگی؟ اگر اسی لکڑی کے ۲ سمر دبیز تختے میں سے گولی گزارنا مقصود ہو تو اس کی رفتار کیا ہونی چاہئے؟

۱۴۔ ۱۰۰ ٹن کمیت کی ایک ریل میں ۴ منٹ کے اندر ۳۰ میل فی گھنٹہ کی رفتار پیدا کرنے کیلئے انجن کی اسپی طاقت کیا ہونا چاہئے۔ اگر رگڑ وغیرہ کی وجہ سے مزاحمت ۸ پونڈ وزن فی ٹن ہو۔

۱۵۔ ۱۰۰ ٹن کی ایک ریل ۲۸۰ میں ا کے میلان پر یکسانیت کے ساتھ چڑھ رہی ہے۔ رگڑ وغیرہ کی وجہ سے مزاحمت ۱۶ پونڈ فی ٹن ہے۔ اگر انجن ۲۰۰ اسپی طاقت کا ہو تو ریل کی شرح حرکت دریافت کرو۔

۱۶۔ ۲۵۰۰ اسپی طاقت کے انجن ایک دخانیہ کو ۲۰ میل فی گھنٹہ کی شرح سے پانی میں لیجاتے ہیں۔ پانی کی مزاحمت کیا ہے؟

۱۷۔ ۱۰ اسپی طاقت کا ایک انجن ۳۰۰ فٹ گہری ایک کان سے پانی پمپ کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک گھنٹہ میں کتنے مکعب فٹ پانی نکلے گا ؟

۱۸۔ ایک مرغولہ وار کمانی کو ۱۰ سمر کے طول میں کھینچا جاتا ہے۔ اس حالت میں اس میں ۲۵۰ گرام کے برابر قوت ہے۔ کمانی میں کتنی توانائی بالقوہ سما گئی ؟

۱۹۔ ۱۰۰ گرام کمیت کی ایک گولی ۷۵ سمر نال والی ایک بندوق سے فیر کی جاتی ہے نکلتے وقت گولی کی رفتار ۴۰۰ میٹر فی ثانیہ ہے۔ اگر دباؤ یکساں ہو تو گولی پر عاملہ قوت اور نال کے طے کرنیکی مدت دریافت کرو۔

۲۰۔ ۱۰۰ گرام کمیت کی ایک گولی ۴۰۰ میٹر فی ثانیہ کی شرح سے حرکت کرتی ہے اور ۵۰ کلوگرام وزن کا توپ کا ایک گولا ۱۰ میٹر فی ثانیہ کی شرح سے چلتا ہے۔ دونوں کے معیار حرکت کا اور ان کی توانائی بالفعل کا مقابلہ کرو۔

دسواں باب

قوتوں کی ترکیب و تحلیل

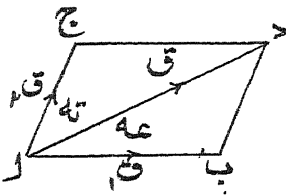
قوتوں کی تعبیر چونکہ قوتیں بھی سمتی مقداریں ہیں اس لئے قوتوں کی تشخیص کیلئے اس کی قدر، اسکی سمت اور اس کا نقطۂ عمل معلوم ہونے کی ضرورت ہے۔ بنا بریں دوسری سمتیوں کی طرح قوتوں کی تعبیر خطوط مستقیم سے ہوسکتی ہے۔ خط مستقیم کے طول سے قوت کی قدر ظاہر ہوگی، اور خط کی سمت سے قوت کی سمت عمل معلوم ہوگی اور پیکان سے اس کی جہت بتلائی جاسکتی ہے۔ اور خط مستقیم کے ایک سرے سے قوت کا نقطۂ عمل دکھلایا جاسکتا ہے۔

قوت کی پیمائش سکونیات میں قوت کی پیمائش اکثر پونڈ وزن یا گرام وزن میں ہوتی ہے۔ اسی لئے ہم ق گرام وزن یا ق پونڈ وزن کی ایک قوت کہتے ہیں۔ یعنی ہم تجاذبی اکائیاں استعمال کرتے ہیں۔

حاصل قوت اگر کوئی قوت کسی جسم پر عمل کرتی ہے جو حرکت کرنے میں آزاد ہو، تو وہ جسم قوت کی سمت میں حرکت کرنے لگتا ہے۔ جب دو گھوڑے ایک ہی بوجھ کو مخالف سمتوں میں کھینچتے ہیں تو بوجھ اس سمت میں حرکت کرتا ہے جدھر کشش قوی تر ہو۔ اس صورت میں بوجھ میں حرکت پیدا کرنیوالی قوت ہر دو قوتوں کا فرق ہے۔ اگر قوتیں ایک ہی سمت میں ہوں تو حرکت دینے والی قوت دونوں قوتوں کا مجموعہ ہوگی۔ اس موثر یا معادل قوت کو ہر دو قوتوں کا حاصل کہتے ہیں۔ اور وہ دونوں قوتیں اس حاصل کے اجزاء کہلاتی ہیں۔

قوتوں کا متوازی الاضلاع جب ایک ہی ذرہ پر دو یا دو سے زیادہ قوتیں عمل پیرا ہوں تو ہم ان سب قوتوں کا حاصل اسی طرح دریافت کرسکتے ہیں جس طرح کہ ہم نے رفتاروں کا حاصل دریافت کیا تھا۔ فی الحقیقت اگر ہم رفتار کے مسائل میں رفتار کی جگہ قوت کا لفظ لکھدیں تو وہ تمام مسائل قوتوں کے لئے بھی صحیح ہوں گے۔ لہذا یہاں ہم صرف بیان پر اکتفا کریں گے۔ چنانچہ قوتوں کا متوازی الاضلاع حسب ذیل ہے:-

" اگر ایک نقطہ پر دو قوتیں عمل کریں اور اس نقطہ سے دو خطوط ایسے کھینچے جائیں جو قدر اور

سمت کے اعتبار سے اُن قوتوں کو ظاہر کریں، اور اُن خطوط کو ضلع مان کر ایک متوازی الاضلاع بنایا جائے تو ہر دو قوتوں کا حاصل سمت اور قدر کے اعتبار سے متوازی الاضلاع کے اس وتر سے ظاہر ہوگا جو اس نقطہ میں سے گزرتا ہے"

چنانچہ اگر ق۱ اور ق۲ = ذرہ ا پر عمل کرنیوالی قوتیں

اب = ق۱ کی تعبیر

اج = ق۲ " "

ق = ہر دو قوتوں کا حاصل

اد = وتر متوازی الاضلاع کا = ق کی تعبیر

ته = ج اَ ب

شکل ۴۷

تو ق = $\sqrt{\text{ق}_1^2 + \text{ق}_2^2 + 2\,\text{ق}_1\text{ق}_2 \text{ جم ته}}$

اور اگر عه = ب اَ د = وتر اد کا زاویہ اب سے

تو مس عه = $\dfrac{\text{ق}_2 \text{ جب ته}}{\text{ق}_1 + \text{ق}_2 \text{ جم ته}}$ یا عه = مس$^{-1}$ $\dfrac{\text{ق}_2 \text{ جب ته}}{\text{ق}_1 + \text{ق}_2 \text{ جم ته}}$

خاص صورتیں :- (۱) اگر ته = ۰ تو جم ۰° = ۱ اور جب ۰° = ۱

∴ ق = $\sqrt{(\text{ق}_1 + \text{ق}_2)^2}$ = ± (ق۱ + ق۲) اور عه = ۰

یعنی اگر دونوں قوتوں کی سمتیں ایک ہی ہوں تو اُن کا حاصل اُن کا جبری مجموعہ ہوگا۔

(۲) اگر ته = ۹۰° تو جم ۹۰° = ۰

∴ ق = $\sqrt{\text{ق}_1^2 + \text{ق}_2^2}$

اور عه = مس$^{-1}$ $\dfrac{\text{ق}_2}{\text{ق}_1}$

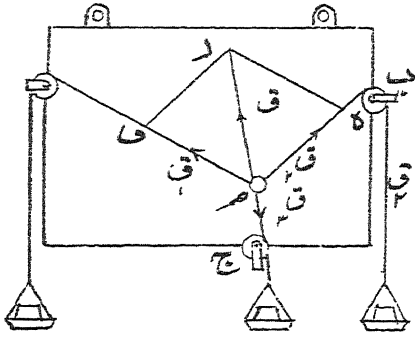
(۳) اگر ته = ۱۸۰° تو جم ۱۸۰° = -۱ اور جب ۱۸۰° = ۰

∴ ق = $\sqrt{(\text{ق}_1 - \text{ق}_2)^2}$ = ± (ق۱ - ق۲) اور عه = ۰

یعنی اگر دونوں قوتیں سمت میں ایک ہی ہوں اور جہتوں میں مختلف ہوں تو بھی اُن کا حاصل اُن کا جبری مجموعہ ہوگا۔

قوتوں کے متوازی الاضلاع کی عملی تصدیق | اس کلیہ کی عملی تصدیق کے لئے ایک آلے کی ضرورت ہے جس کو شکل ۴۸ میں دکھلایا گیا ہے۔ یہ آلہ لکڑی کے ایک تختہ پر مشتمل ہے جس مختلف مقامات پر

چرخیاں ا، ب، ج وغیرہ ہوتی ہیں۔ آلے کے پائدان میں ایک شکنجہ ہوتا ہے، جس سے اس کو میز پر کسا جاسکتا ہے تاکہ وہ انتصابی وضع میں رہے۔

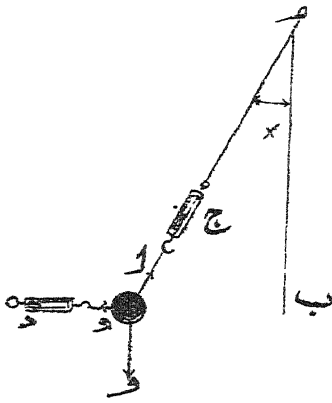
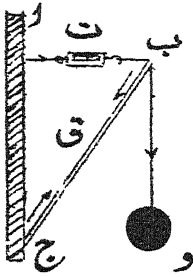
شکل ۴۸

بعض آلوں میں تختہ میں اوپر حلقے لگے ہوتے ہیں جس سے وہ دیوار پر لٹکایا جاسکتا ہے۔

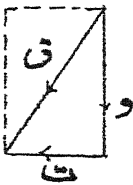
تختہ پر ایک کاغذ لگادو اور چرخیوں ا اور ب کو جن وضعوں میں چاہو رکھکر کس دو۔ پھر ایک ڈورا لے کر ا اور ب پر گزار دو۔ بیچ میں ایک ڈورا اور باندھ دو۔ اس کی بجائے یوں بھی ہوسکتا ہے کہ م پر ایک حلقہ لیا جائے اور اس میں تینوں ڈورے باندھکر چرخیوں پر سے گزار دیے جائیں۔ بعض آلوں میں ج پر چرخی ہوتی ہے، بعض میں نہیں ہوتی۔

اب ڈورے کے سروں پر پلڑے باندھکر اُن میں وزن رکھو۔ واضح رہے کہ پلڑے کا وزن ان وزنوں میں شامل کیا جائے گا۔ جب ڈورے سکون کی وضع میں آجائیں تو کاغذ پر سوئی سے ہر قوت کی سمت میں دو دو نشان کرلو۔ پھر کاغذ ہٹاکر نقطوں کو ملاؤ اور کوئی ایک پیمانہ مقرر کرکے متوازی الاضلاع م ک ن و مکمل کرو۔ اور وتر م ن کھینچو۔ شکل سے واضح ہوگا کہ م ن اور ق۳ ایک ہی خط مستقیم میں ہیں۔ اب م ن کی پیمائش کرو تو اس کی قیمت ق۳ کے برابر ہوگی۔ پھر زاویہ و م ک پیمائش کرکے ق کی قیمت ضابطہ کی مدد سے معلوم کرو۔ یہ قیمت بھی ق۳ کے برابر ہوگی۔ اگر ان قیمتوں میں فرق ہوگا تو اس کا سبب یہ ہوگا کہ چرخیوں پر رگڑ کی قوتیں عمل کررہی ہیں جن کا لحاظ اس تجربہ میں نہیں کیا گیا ہے۔

ہم نے یہ ثابت کیا ہے کہ ق۳ ہر دو قوت ق۱، ق۲ کے حاصل کے مساوی اور مخالف ہے۔ اسی طرح کے عمل سے ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ تینوں میں سے ہر ایک قوت بقیہ دو قوتوں کے حاصل کے مساوی اور مخالف ہے۔ ایسی قوت کو "موازن" کہتے ہیں، یا توازن گر۔

چنانچہ اوپر کے تجربہ میں ق۳ ہر دو قوتوں ق۱، ق۲ کا موازن ہے، اور ق۱، ق۲ کا حاصل قوت ق ہے جو م ن سے تعبیر کی گئی ہے۔ اسی طرح ق۱ موازن ہے ق۲، ق۳ کی اور ق۲ موازن ہے ق۱ اور ق۳ کی۔

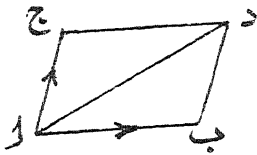
قوتوں کی ترکیب کی توضیحی مثالیں | (۱) شکل ۴۹ میں ایک رقاص ہے جس کا گولا ا بہت بھاری
ہے اور جو ایک ڈورے کے ذریعہ م سے آویزاں ہے
اس ڈورے پر ایک کمانیدار ترازو ج ہے۔ ایک
دوسری کمانیدار ترازو د کے ذریعہ رقاص اپنی
انتصابی وضع سے ہٹایا جاتا ہے۔ اس قوت کی سمت
افقی ہے۔ اور کمانیدار ترازو د سے اس کی قیمت معلوم
ہوتی ہے۔ ج پر کمانیدار ترازو ڈورے ا م میں
تنش کی قیمت بتلاتی ہے۔ جب گولا انتصابی وضع
میں ہوتا ہے تو ج کی کمانی سے گولے کا وزن معلوم
ہوتا ہے۔ جب گولا اپنی جگہ سے ہٹ جاتا ہے تو گولے
پر تین قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ایک تو گولے کا وزن، دوسرے ڈورے کی تنش، تیسرے افقی
کشش۔ اب ج کی کمانی سے افقی اور انتصابی قوتوں کا حاصل معلوم ہوگا۔

شکل ۴۹

(۲) شکل ۵۰ میں ایک حمالہ دکھلایا گیا ہے اس میں کڑی
ب ج ایک رسی کے ذریعہ دیوار سے ا پر بندھی ہے۔ جب
کڑی حالت توازن میں ہوتی ہے تو رسی ا ب، افقی ہوتی
ہے اور دیوار کے علی القوائم۔ اس رسی میں ایک کمانیدار ترازو
لگا دی جائے تو اس کی تنش ت معلوم ہوتی رہتی ہے۔
کڑی کے سرے ب سے ایک وزن و لٹکایا جاتا ہے۔
ان قوتوں کے زیر عمل کڑی دیوار پر ایسی قوت ق سے عمل
کرتی ہے جو ان دونوں قوتوں کے حاصل کے مساوی اور
مخالف ہے۔

شکل ۵۰

قوتوں کا متوازی الاضلاع حاصل کرنے کیلئے ایک انتصابی
خط پر (شکل ۵۱) ایک طول و کے مساوی کاٹ لو۔ اس کے
علی القوائم ایک دوسرے خط پر تنش ت کے برابر ایک طول
کاٹ لو۔ اب متوازی الاضلاع کو مکمل کرو تو اس متوازی الاضلاع

شکل ۵۱

کا وتر افقی اور انتصابی قوتوں کا حاصل ہوگا اور گڑی پر عاملہ قوت کے مساوی ہوگا۔

قوتوں کا مثلث: دو قوتوں کی صورت میں ہم بجائے قوتوں کے متوازی الاضلاع کے قوتوں کے مثلث سے بھی کام لے سکتے ہیں، جو قوتوں کے متوازی الاضلاع ہی سے ماخوذ ہے۔ چنانچہ ہم اس کو ذیل میں درج کرتے ہیں:۔

اگر کسی ذرہ پر عمل کرنے والی تین قوتوں کو سمت اور قدر کے اعتبار سے کسی مثلث کے تین ضلعوں سے بالترتیب تعبیر کیا جا سکے تو وہ قوتیں توازن میں ہوں گی۔

چنانچہ فرض کرو کہ اب اور اج (شکل ۵۲) دو قوتیں ایک ذرہ ا پر عمل کرتی ہیں، تو حسب کلیہ متوازی الاضلاع اد ہر دو قوتوں کا حاصل ہوگا۔ اور دا اس قوت کا موازن ہوگا۔ چونکہ اج اور ب د متوازی الاضلاع کے مقابل کے ضلع ہیں اور متوازی ہیں۔ اس لئے سمت اور قدر کے اعتبار سے

شکل ۵۲

قوت اج کو ہم ب د سے تعبیر کر سکتے ہیں، اگرچہ دونوں میں محل کا فرق ہوگا۔ اس لئے تینوں قوتیں اب، ب د، د ا توازن میں ہوں گی۔

قوتوں کا کثیر الاضلاع: اگر دو سے زیادہ قوتوں کا حاصل ہم کو دریافت کرنا ہو تو ہم قوتوں کے کثیر الاضلاع سے کام لے سکتے ہیں، یہ کلیہ حسب ذیل ہے:۔

اگر کسی ذرہ پر عمل کرنے والی قوتوں کو سمت اور قدر کے اعتبار سے کسی بند کثیر الاضلاع کے ضلعوں سے بالترتیب ظاہر کیا جا سکے تو وہ قوتیں توازن میں ہوں گی۔ اگر قوتوں کے تعبیر کرنے والے خطوط سے کثیر الاضلاع بند نہ ہو تو ان قوتوں کا حاصل اس خط سے تعبیر ہوگا جو غیر مکمل کثیر الاضلاع کے اوّل اور آخر ضلعوں کو ملائے گا۔

عملی تصدیق:۔ اس کے لئے وہی آلہ استعمال میں آئے گا جو متوازی الاضلاع کیلئے استعمال کیا جا چکا ہے، البتہ اب بجائے دو چرخیوں کے دو سے زائد چرخیاں استعمال کرنا ہوں گی اور حسب سابق سب چرخیوں پر سے ڈورے گزار کر وزن لٹکاؤ اور ایک وزن بیچ میں لٹکاؤ۔ جب وزن توازن میں آجائیں تو پھر حسب سابق اُن کے ڈوروں کے نشان لے لو۔ ان نشانوں کے ملانے سے قوتوں کے خطوط عمل معلوم ہو جائیں گے۔

اب کسی ایک قوت کے خط عمل کو لو اور اس پر قوت کے متناسب ایک طول کاٹ لو پھر اس طول کے

سرے سے ایک خط بعد والی قوت کے خط عمل کے متوازی کھینچو اور اس پر قوت کے متناسب طول کاٹ لو۔ یہ عمل اسی طرح کئے جاؤ یہاں تک کہ سب قوتیں ختم ہو جائیں۔ مگر یہ لحاظ رہے کہ قوتوں کی ترتیب نہ بدلنے پائے۔ اسطرح جو کثیر الاضلاع بنے گا اس کا آخری ضلع آخری قوت کے سیدھ میں ہوگا اور پیمائش کرنے پر اس کے مساوی ہوگا۔ چنانچہ اگر ہم چار قوتیں استعمال کریں تو کثیر الاضلاع ایک مخمس ہوگا، جس کا پانچواں ضلع اور پانچویں قوت دونوں ایک ہی خط مستقیم میں ہوں گے۔

اس طرح متعدد صورتوں کے لئے یہ عمل کرکے کلیہ کی تصدیق کی جا سکتی ہے۔

قوتوں کی تحویل | جس طرح ہم دو قوتوں کو ملا کر ایک قوت حاصل کرتے ہیں اسی طرح ہم ایک قوت کو تحویل کرکے دو یا دو سے زائد اجزا میں تقسیم کر سکتے ہیں۔

یہاں بھی ضابطے وہی رہیں گے جو ہم نے رفتاروں کے سلسلہ میں حاصل کئے ہیں، اس لئے ہم ان ضابطوں کے بیان ہی پر اکتفا کریں گے۔ چنانچہ

اگر ایک قوت ق کو ایسے دو اجزا میں تحویل کرنا ہے جو اس سے زاویے عه اور به بنائیں تو وہ اجزا

$$\frac{\text{ق جب به}}{\text{جب (عه + به)}} \quad \text{اور} \quad \frac{\text{ق جب عه}}{\text{جب (عه + به)}} \quad \text{ہوں گے۔}$$

اگر دونوں اجزا ایک دوسرے کے علی القوائم ہوں تو عه + به = ۹۰° اور جب ۹۰° = ۱

∴ اجزا ق جب به اور ق جب عه ہوں گے۔

لیکن جب به = جم (۹۰ − به) = جم عه ∴ اجزا ق جم عه اور ق جب عه ہوں گے۔

ہم مستوی قوتوں کا حاصل | جب کسی نقطہ پر بیک وقت مختلف ہم مستوی قوتیں عمل کریں تو انکا حاصل رفتاروں کے حاصل کی طرح دریافت کیا جا سکتا ہے جیسا کہ ہم پانچویں باب میں بیان کر آئے ہیں۔

چنانچہ اگر ق۱، ق۲، ق۳ ... = عاملہ قوتیں

ته۱، ته۲، ته۳ ... = محور لا سے ان قوتوں کے زاویے

ق = ان قوتوں کا حاصل

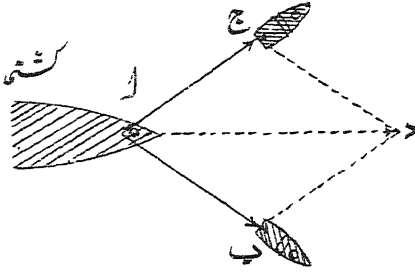
ته = محور لا سے حاصل قوت کا زاویہ

تو ق = (Σ ق ا جم ته ا)^۲ + (Σ ق ا جب ته ا)^۲

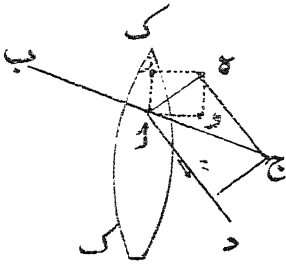
$$\text{اور} \quad \text{ته} = \text{مس}^{-1} \frac{\Sigma\ \text{ق ا جب ته ا}}{\Sigma\ \text{ق ا جم ته ا}}$$

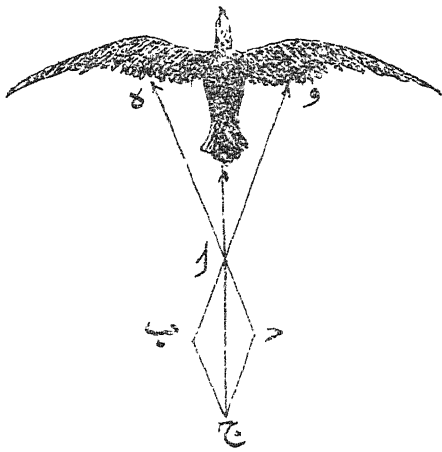
عملی مثالیں توضیحی | قوتوں کی ترکیب و تحویل سے ہمیں عملی زندگی میں بھی دو چار ہونا پڑتا ہے، چنانچہ ہم

ذیل میں چند توضیحی مثالیں درج کرتے ہیں :-

(۱) جب کسی جسم پر کوئی ایک قوت عمل کرتی ہے تو ظاہر ہے کہ کوئی رکاوٹ موجود نہ ہو تو وہ جسم ہمیشہ قوت کی سمت میں حرکت کرے گا۔ لیکن ایک وقت میں اگر متعدد قوتیں عمل کر رہی ہوں اور اُن کی سمتیں مختلف ہوں تو وہ جسم بالعموم کسی قوت کی سمت میں بھی حرکت نہ کریگا۔ چنانچہ اگر کسی دریا کے دونوں کناروں پر کھڑے ہو کر دو آدمی ب اور ج ایک کشتی ا کو کھینچیں (شکل ۵۳) تو کشتی نہ تو سمت اج میں جائے گی اور نہ اب میں بلکہ وہ سمت اد، اختیار کرے گی۔

شکل ۵۳

اگر ہم اب، اج پر ایک متوازی الاضلاع بنائیں تو اد اس متوازی الاضلاع کا وتر ہوگا۔

(۲) قوتوں کی تحویل کی مثال کے طور پر فرض کرو کہ ک ک (شکل ۵۴) ایک کشتی ہے، جو سوائے ہوا کی مخالف سمت کے ہر سمت میں حرکت کر سکتی ہے۔ فرض کرو کہ ب اج ہوا کی سمت ہے۔ اگر اد بادبان کے مستوی کو ظاہر کرے تو ہوا اس بادبان پر ایک قوت سے عمل کریگی، فرض کرو کہ یہ قوت اج ہے۔ اس قوت کو ہم دو علی القوائم اجزاء میں تحویل کر سکتے ہیں۔ ان میں سے ایک تو اہ ہوگا۔ جو بادبان کے علی القوائم ہوگا اور دوسرا جز خود اد کی سمت میں ہوگا۔ بادبان پر ہوا کا جو اثر ہے اس کا تعلق علی القوائم جز سے ہے۔ اب ہم اہ کو پھر دو اجزاء میں تحویل کرتے ہیں۔ ان میں سے ایک ام ا کشتی کی سمت میں ہوگا اور دوسرا او کشتی کے علی القوائم۔ جہاں تک کشتی کی حرکت کا تعلق ہے جز ام ا ہی اس کو آگے بڑھاتا ہے۔ جز او اس میں اپنے طول کے علی القوائم حرکت پیدا کرتا ہے۔

شکل ۵۴

(۳) پرندکی پرواز :- جب کوئی پرند ہوا میں اُڑتا ہے تو اس کے بازو ہوا کو ہلاتے ہیں، جس سے ہوا ایک مزاحمت پیش کرتی ہے جس کی وجہ سے حسب شکل ۵۵ اہ اور او کی سمت میں یعنی پیچھے سے

آگے کی طرف قوتیں عمل کرتی ہیں۔ اگر ان قوتوں کو اب، اد سے تعبیر کیا جائے تو متوازی الاضلاع کے مکمل کرنے پر معلوم ہوگا کہ پرند کو آگے کیطرف بڑھانے والی قوت کی تعبیر اج ہوگی جو متوازی الاضلاع کا وتر ہے۔

شکل ۱۵۵

انسان جب پانی میں پیرتا ہے تو اس کے ہاتھوں کی حرکت کی وجہ سے جو قوتیں عمل کرتی ہیں اُن کا حاصل اس کو آگے کی طرف بڑھاتا ہے مچھلیوں کے تیرنے کی بھی یہی کیفیت ہے۔

مشقی سوالات ۶

۱۔ ایک جسم پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ایک قوت ۶۰ پونڈ وزن کی شمال کی سمت میں عمل کرتی ہے اور دوسری ۸۰ پونڈ وزن کی مغرب کی سمت میں عمل کرتی ہے، حاصل قوت کی قدر اور سمت دریافت کرو۔

∵ دونوں قوتوں میں زاویہ = ۹۰° ∴ $ق = \sqrt{ق_1^2 + ق_2^2} = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100$ پونڈ وزن

اور $\text{مس}\ \text{تھ} = \frac{80}{60} = \frac{4}{3}$ ∴ $\text{تھ} = 53.1^\circ$ شمال سے بجانب مغرب

۲۔ ۱۰ اور ۵ کلوگرام وزن کی دو قوتیں ایک دوسرے سے ۶۰° پر مائل ہیں۔ حاصل دریافت کرو۔

$ق = \sqrt{ق_1^2 + ق_2^2 + 2ق_1ق_2\ \text{جم}\ \text{تھ}} = \sqrt{10^2 + 5^2 + 2 \times 10 \times 5 \times \frac{1}{2}} = 5\sqrt{7}$ کلوگرام

۳۔ ۱۵ کلوگرام کی ایک قوت دو علی القوائم اجزا میں تحلیل کی جاتی ہے۔ ان میں سے ایک قوت دوسرے سے دگنی ہے۔ ہر دو قوتوں کو دریافت کرو۔

یہاں $ق_1 = 2ق_2$ ∴ $15^2 = ق^2 = ق_1^2 + ق_2^2 = (2ق_2)^2 + ق_2^2 = 5ق_2^2$

∴ $ق_2 = 3\sqrt{5}$ کلوگرام اور ∴ $ق_1 = 6\sqrt{5}$ کلوگرام

۴۔ ۳ کلوگرام اور ۵ کلوگرام کی دو قوتوں کا حاصل ۷ کلوگرام کی ایک قوت ہے۔ ہر دو قوتوں کے درمیان زاویہ دریافت کرو۔

حسب ضابطہ $ق^2 = ق_1^2 + ق_2^2 + 2ق_1ق_2\ \text{جم}\ \text{تھ}$ ∴ $7^2 = 3^2 + 5^2 + 2 \times 3 \times 5 \times \text{جم}\ \text{تھ}$

$\therefore$ ۳۰ جم تہ = ۴۹ - ۲۵ - ۹ = ۱۵ $\therefore$ جم تہ = $\frac{1}{2}$ $\therefore$ تہ = ۶۰°

۵- ۶، ۷، اور ۸ پونڈ وزن کی قوتیں ایک ذرہ پر عمل کرتی ہیں اور ایکدوسرے سے ۱۲۰° پر مائل ہیں حاصل دریافت کرو۔

فرض کرو حاصل = ق، اور فرض کرو کہ ۸ پونڈ والی قوت کی سمت سے زاویہ تہ بناتی ہے۔

تو ۸ پونڈ والی قوت کی سمت میں اور اس کے علی القوائم تحویل کرنے سے

ق جم تہ = ۸ جم ۰° + ۷ جم ۱۲۰° + ۶ جم ۱۲۰° = ۸ × ۱ + ۷ ($-\frac{1}{2}$) + ۶ ($-\frac{1}{2}$) = ۱ $\frac{1}{2}$

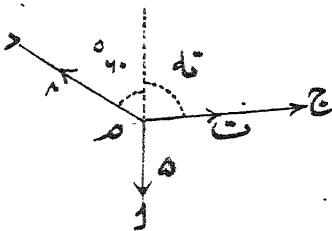
ق جب تہ = ۸ جب ۰° + ۷ جب ۱۲۰° - ۶ جب ۱۲۰° = ۸ × ۰ + ۷ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ - ۶ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ = $\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\therefore$ ق² = ق² جم² تہ + ق² جب² تہ = $\frac{12}{4}$ = ۳ $\therefore$ ق = $\sqrt{3}$ پونڈ وزن

اور پس تہ = $\frac{\sqrt{3}}{3}$ = $\frac{1}{\sqrt{3}}$ $\therefore$ تہ = ۳۰°

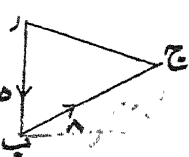
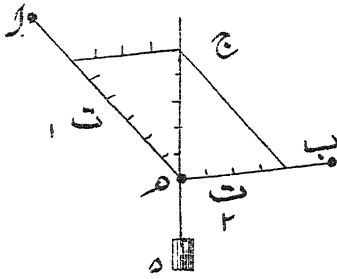
۶- ۵ پونڈ وزن کے ایک جسم کو ۲ ڈورے لٹکائے ہوئے ہیں۔ ایک ڈورے میں تناؤ ۸ پونڈ وزن کا ہے اور اس کی سمت افقی سے ۳۰° کا زاویہ بناتی ہے۔ دوسرے ڈورے کی سمت اور اس کا تناؤ دریافت کرو۔

حسب شکل فرض کرو کہ مطلوبہ تنش = ت، اور تہ = زاویہ جو وہ انتصابی سے بناتی ہے۔

فرض کرو کہ م ح پہلے ڈورے کی سمت ہے، اور م ا وزن کی سمت ہے۔

انتصاباً تحویل کرنے سے ۵ = ت جم تہ + ۸ جم ۶۰ $\therefore$ ت جم تہ = ۱

افقاً " " " ت جب تہ = ۸ جب ۶۰° $\therefore$ ت جب تہ = ۴ $\sqrt{3}$

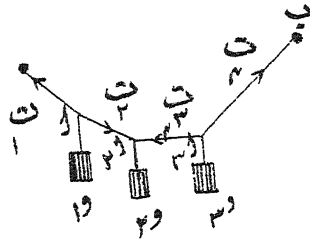
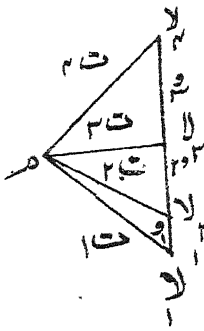
$\therefore$ ت² = ۴۹ $\therefore$ ت = ۷ اور پس تہ = ۴ $\sqrt{3}$

اس کو ہم ترسیمی طریقہ سے بھی حل کر سکتے ہیں۔ ا ب، ایک خط انتصاباً کھینچو اور اس پر ایک طول ۵ سمر کا کاٹ لو تاکہ وہ ۵ پونڈ کو ظاہر کرے۔ پھر ب ج، ایک خط کھینچو جو افقی سے ۳۰° پر ہو۔ اس کا طول ۸ سمر رکھو۔ یہ پہلے ڈورے کی سمت اور تناؤ ہوگا۔ پس ا ج دوسرے ڈورے کی سمت اور تناؤ کو ظاہر کرے گا۔ پیمائش سے اُسے دریافت کر سکتے ہیں۔

۷- دو ڈوروں کے سرے دو ثابت نقطوں ا اور ب پر بندھے ہوئے ہیں بقیہ دونوں سرے ایک ہی نقطہ م پر بندھے ہیں۔ م سے ۵ کلوگرام وزن کا ایک جسم لٹکا ہوا ہے۔ ترسیمی عمل سے ڈوروں کے تناؤ دریافت کرو۔

ایک تختہ انتصاباً کھڑا کرکے اُس پر ڈوروں کی سمتیں حاصل کر لو۔ پھر کوئی پیمانہ مثلاً اکلوگرام = ۵ سمر مقرر کر لو۔ پھر مر سے مر ج بسمت انتصابی کھینچو۔ تو مر ج آویزاں وزن کو تعبیر کریگا۔ ج سے ج د متوازی مر ب کے کھینچو تاکہ وہ مر ا کو د پر قطع کرے۔ فرض کرو کہ ڈوروں کے تناؤ ت ا، ت ۲ ہیں۔ پس ہر سہ قوتیں ت ا، ت ۲ اور ۵ کلوگرام وزن مثلث مر ج د کے ضلعوں کے بالترتیب متوازی ہیں۔

اس لئے مر ب ج قوتوں کا مثلث ہوا۔ پس

$$\frac{ت_۱}{مر\,د} = \frac{ت_۲}{ج\,د} = \frac{و}{مر\,ج} = \frac{۵}{۲۵} \quad \therefore \quad ت_۱ = \frac{مر\,د}{۵}،\ ت_۲ = \frac{ج\,د}{۵}$$

شکل سے ت ا = ۲ کلوگرام، ت ۲ = ۴ کلوگرام

۸۔ ایک ڈورے کے دونوں سرے دو ثابت نقطوں ا، اور ب پر بندھے ہیں۔ ڈورے کے طول میں تین نقطوں ا۱، ا۲، ا۳ پر وزن و۱، و۲، و۳ آویزاں ہیں۔ یہ پورا نظام انتصابی مستوی میں آویزاں ہے اور شکل پیمانہ پر ہے۔ و۱ معلوم ہے۔ و۲، و۳ اور ڈورے کے حصوں کے تناؤ دریافت کرو۔

و۱ کو ظاہر کرنے کے لئے ایک انتصابی خط لا۱ لا۲ کھینچو۔ لا۱ سے لا۱ مر متوازی ا ا۱ کے کھینچو۔ لا۲ سے لا۲ مر متوازی ا۱ ا۲ کے کھینچو۔ پس ا۱ پر تین قوتوں کے لئے قوتوں کا مثلث مر لا۱ لا۲ ہوا۔

$$\therefore \frac{و_۱}{لا_۱\,لا_۲} = \frac{ت_۱}{مر\,لا_۱} = \frac{ت_۲}{مر\,لا_۲}$$

پس پیمائش سے ت ا، ت ۲ کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

اب مر لا۳ متوازی ا۲ ا۳ کے کھینچو، جو لا۱ لا۲ خارج شدہ کو لا۳ پر قطع کرے۔ پس ا۲ کی تین قوتوں کے لئے قوتوں کا مثلث مر لا۲ لا۳ ہوا۔

$$\therefore \frac{ت_۲}{مر\,لا_۲} = \frac{ت_۳}{مر\,لا_۳} = \frac{و_۲}{لا_۲\,لا_۳}$$

اسی طرح مر لا۴ متوازی ا۳ ب کے کھینچو اور لا۲ لا۳ کو خارج کرو کہ وہ اسی کو لا۴ پر قطع کرے۔

پس ۱،۲ کی قوتوں کے لئے مثلث مرلا۳ لا۴ ہوگا۔

∴ ف۳ / مرلا۳ = ف۴ / مرلا۴ = و۳ / لا۳لا۴ ۔

پس ف۴ اور و۳ کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

شکل میں لا۱ لا۳ = ۲ لا۱ لا۲، لا۳ لا۴ = ۳ لا۱ لا۲

پس اگر و۱ = ۱ کلو تو و۲ = ۲ کلو اور و۳ = ۳ کلو

اور ف۱ = ۲٫۴ کلو، ف۲ = ۷٫۳ کلو، ف۳ = ۳٫۳ کلو اور ف۴ = ۶٫۴ کلو

۹۔ ایک وزن پر ایک رسی، جو انتصابی سے ۳۰° پر مائل ہے، ۱۰۰ پونڈ کی قوت سے اوپر کی جانب عمل کرتی ہے۔ اس قوت کا انتصابی جزو دریافت کرو۔

۱۰۔ ۴، ۳، ۲، ۱، ۵ اور ۶ پونڈ کی قوتیں ایک ذرے پر عمل کرتی ہیں۔ یہ قوتیں ایک دیئے ہوئے خطِ مستقیم سے ۴۵°، ۹۰°، ۱۲۰°، ۱۵۰°، اور ۱۸۰° کے زاویہ بناتی ہیں۔ حاصل کی قدر اور سمت دریافت کرو۔

۱۱۔ ایک جسم ایک افقی میز پر رکھا ہوا ہے اور اس پر دو علی القوائم قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ان میں سے ایک قوت ۷۵ پونڈ کی ہے اور دوسری ۵۰ پونڈ کی۔ حاصل دریافت کرو۔

۱۲۔ ۳۰۰ پونڈ کی ایک کمیت ایک مستوی پر ہے جو افقی سے ۳۰° کا زاویہ بناتا ہے۔ مستوی کی سمت میں اور مستوی کے علی القوائم سمت میں قوتیں دریافت کرو۔

۱۳۔ ۶ پونڈ اور ۱۲ پونڈ وزن کی دو قوتیں ایک نقطہ پر ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں۔ حاصل دریافت کرو۔

۱۴۔ ۱۰ اور ۱۲ پونڈ وزن کی دو قوتیں ایک نقطہ پر مخالف سمتوں میں عمل کرتی ہیں۔ حاصل دریافت کرو۔

۱۵۔ ۲۰ پونڈ وزنی ایک تصویر کے فریم میں دو حلقے لگے ہیں جن سے وہ آویزاں ہے۔ ان حلقوں میں ۴ فٹ لمبا ایک ڈورا گزرتا ہے۔ حلقے ۳ فٹ کے فصل سے ہیں۔ اگر تصویر افقی خط میں آویزاں ہو تو ڈورے کا تناؤ کیا ہوگا؟

۱۶۔ دو آدمی ایک گڑھے کے ہر دو جانب کھڑے ہو کر دو رسیوں کے ذریعہ مٹی کے ایک بوجھ کو اٹھا رہے ہیں۔ جب بوجھ توازن میں ہوتا ہے تو ایک شخص ۷۰ پونڈ کی قوت رسی پر لگاتا ہے جو انتصابی سے ۲۵° کا زاویہ بناتی ہے، دوسرا ۵۰ پونڈ کی قوت افقی سے ۵۵° پر مائل رسی پر لگاتا ہے۔ بوجھ کا وزن دریافت کرو۔

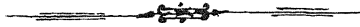
۱۷۔ ایک آدمی ایک دیوار سے ۳۰° پر مائل ایک ڈورے کے ذریعہ ایک کیل نکالنا چاہتا ہے۔ اگر وہ ۳۰ پونڈ وزن کی قوت لگاتا ہے تو کیل نکالنے والی قوت دریافت کرو۔

۱۸۔ ایک ذرہ پر عامل دو قوتوں ق۱ ، ق۲ کا حاصل ق مساوی ہے، ق۱ کے اور اس کے علی القوائم ہے۔ ق۲ کو دریافت کرو۔

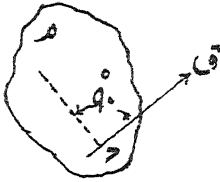
۱۹۔ ایک وزن دو مساوی ڈوروں سے ایک ہی افقی خط پر دو نقطوں سے آویزاں ہے۔ ثابت کرو کہ اگر ڈوروں کے طول بڑھا دیے جائیں تو اُن کے تناؤ گھٹ جائیں گے۔

۲۰۔ ایک وزن دو مساوی ڈوروں سے ایک ہی افقی خط پر دو نقطوں سے آویزاں ہے، ثابت کرو کہ اگر نقطوں کا فصل بڑھا دیا جائے تو ڈوروں کے تناؤ بڑھ جائیں گے۔

۲۱۔ ۲، ۳، ۴، اور ۵ پونڈ کے چار وزن ۵ فٹ لمبے ڈورے پر ایک ایک فٹ کے فاصلے سے آویزاں ہیں۔ ڈورے کے سرے ایک ہی افقی خط پر ۴ فٹ کے فصل سے دو نقطوں سے بندھے ہیں۔ ڈورے کی شکل پیمانہ پر بنا لی جائے تو ڈورے کے ہر حصے کے تناؤ کس طرح دریافت کرو گے؟

۲۲۔ اگر ایک ایک پونڈ کی دو قوتیں ایک نقطہ پر عمل کریں، اور اُن کی سمتیں ایک دوسرے سے ۶۰° کا زاویہ بنائیں تو اُن کے حاصل کی قدر قریب ترین اونس تک دریافت کرو۔

گیارھواں باب

معیار اثر - قوتوں کا توازن

<u>قوت کا معیار اثر</u> کسی قوت کے معیار اثر سے مراد جسم زیر عمل کو گردش دینے کا اقتضا ہے۔

فرض کرو کہ حسب شکل ۵۶ ایک جسم ایک ایسے محور کے گرد گردش کر سکتا ہے جو نقطہ م میں سے گزرتا ہے اور جو کاغذ کے مستوی کے علی القوائم ہے۔ کاغذ کے مستوی میں ایک قوت ق عمل کرتی ہے۔ ق کے خط عمل پر م د نقطہ م سے عمود کھینچا گیا ہے۔ معیار اثر کی پیمائش قوت کی قدر اور اس عمودی فاصلے کے حاصل ضرب سے ہوتی ہے۔ یعنی

شکل ۵۶

ق کا معیار اثر = ق × م د

بنابریں معیار اثر کے لئے حسب ذیل تعریف حاصل ہوتی ہے:۔

<u>تعریف</u>:۔ کسی دیئے ہوئے نقطہ کے گرد کسی قوت کے معیار اثر سے مراد قوت اور قوت کے خط عمل پر نقطہ سے کھینچے ہوئے عمود کا حاصل ضرب ہے۔

معیار اثر میں قوت اور طول دونوں کی اکائیاں شامل ہیں۔ چنانچہ س۔گ۔ث نظام میں معیار اثر کی پیمائش ڈائن سمر یا گرام وزن سمر میں ہوتی ہے۔ اسی طرح ف۔پ۔ث نظام میں پونڈل فٹ یا پونڈ وزن فٹ کا استعمال ہوتا ہے۔

معیار اثر کی جہت کو بتلانے کیلئے ساعت وار یا غیر ساعت وار کی اصطلاحیں استعمال ہوتی ہیں۔ یعنی اگر قوت کا اقتضا یہ ہو کہ جسم گھڑی کی سوئیوں کی سمت میں حرکت کرے تو معیار اثر کی جہت کو اور خود معیار اثر کو بھی ساعت وار کہتے ہیں۔ اگر گردش سوئیوں کی سمت کے خلاف ہو تو پھر معیار اثر کی جہت اور خود معیار اثر غیر ساعت وار ہوگا۔ ساعت وار جہت کو مثبت جہت بھی کہتے ہیں اور غیر ساعت وار کو منفی۔

اگر قوت کا خط عمل محور گردش پر منطبق ہو جائے، یا وہ خط عمل اس نقطہ میں سے گزرے جس کے گرد معیار اثر لیا جا رہا ہے تو ظاہر ہے کہ کوئی گردش رونما نہیں ہو سکتی کیونکہ معیار اثر صفر ہے۔

معیار اثر کی تعبیر | شکل ۵۷ میں ایک جسم دکھلایا گیا ہے جو م کے گرد آزادانہ گردش کر سکتا ہے۔ اس پر ایک قوت ق عمل کرتی ہے جس کو اب تعبیر کرتا ہے م سے اب پر عمود م د کھینچو۔ ضرورت ہو تو اب کو خارج کر لو) م ا اور م ب کو ملاؤ۔ تو

ق کا معیار اثر = ق × م د = اب × م د = ۲ △ م ا ب۔

پس قوت کو ظاہر کرنے والے خط کے سروں کو اگر نقطہ گردش سے ملا دیا جائے تو قوت کا معیار اثر اس مثلث کے رقبہ کا دگنا ہو گا۔

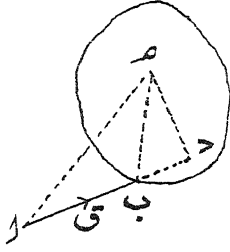
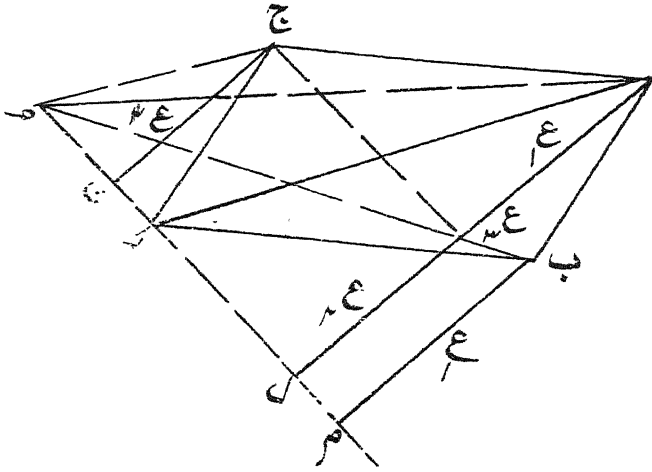
شکل ۵۷

حاصل کا معیار اثر | چونکہ متعدد قوتوں کا حاصل از روئے تعریف ایسی منفرد قوت ہوتی ہے جو اثر کے لحاظ سے اُن قوتوں کا بدل ہوتی ہے اسلئے کسی ایک نقطہ کے گرد حاصل کا معیار اثر اسی نقطہ کے گرد اس کے اجزا کے اثری معیاروں کے مساوی ہونا چاہیے، ورنہ حاصل اپنے اجزا کا پورا پورا بدل نہ ہو گا۔

چنانچہ فرض کرو کہ اب، اج (شکل ۵۸) دو قوتیں ہیں جو نقطہ ا پر عمل کر رہی ہیں، اور اد، اُن کا حاصل ہے۔ اور فرض کرو کہ مستوی میں م وہ نقطہ ہے جس کے گرد معیار اثر لینا ہیں۔ متوازی الاضلاع اب ج د کو مکمل کرو اور م ا، م ب، م ج، م د کو ملاؤ۔

شکل ۵۸

حاصل اد کا معیار اثر = ۲ △ م ا د
= مع ا د (بالفرض)

اب کا معیار اثر = ۲ △ م ا ب = مع ا ب (بالفرض)

اج کا معیار اثر = ۲ △ م اج = مع$_{م}$ اج (بالفرض)

ان تینوں مثلثوں کا ایک ہی قاعدہ م ا قرار دو تو ان کے ارتفاع د ل = ع$_{۳}$، ب م = ع$_{۱}$، ج ن = ع$_{۲}$ ہوں گے۔ شکل سے واضح ہے کہ ع$_{۳}$ = ع$_{۱}$ + ع$_{۲}$

∴ مع$_{م}$ اد = ۲ △ م اد = ۲ × ½ م ا × ع$_{۳}$ = ۲ [½ م ا (ع$_{۱}$ + ع$_{۲}$)]

= ۲ [½ م ا × ع$_{۱}$ + ½ م ا × ع$_{۲}$] = ۲ [△ م اب + △ م اج]

= ۲ △ م اب + ۲ △ م اج = مع$_{م}$ اب + مع$_{م}$ اج

اگر نقطہ م متوازی الاضلاع اب ج د کے اندر ہو تو حاصل کا معیار اثر دونوں معیاروں کا فرق ہوگا پس کسی حاصل کا معیار اثر اس کے اجزا کے اثری معیاروں کے جبری مجموعہ کے مساوی ہوتا ہے۔

اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ معیار اثر لینے میں ہم حاصل کی جگہ اس کے اجزا، اور اجزا کی جگہ اُن کا حاصل رکھ سکتے ہیں اور اس سے قوتوں کے نظام میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہوگی۔

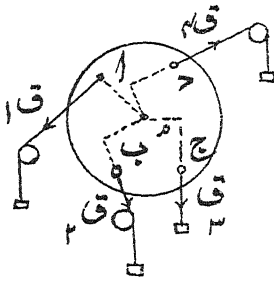
<u>کلیہ معیار اثر</u> | فرض کرو کہ ایک جسم ہے جو ایک ثابت محور کے گرد گردش کرتا ہے۔ اور فرض کرو کہ متعدد ہم مستوی قوتیں اس جسم پر عمل کرتی ہیں۔ اگر جسم میں گردش نہ ہو تو کلیہ معیار اثر یہ ہے کہ <u>ساعت واری اثری معیاروں کا مجموعہ غیر ساعت واری اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہوگا۔</u>

یہ کلیہ بہت آسانی سے یوں سمجھ میں آسکتا ہے کہ ان قوتوں میں سے ایسی دو قوتیں منتخب کرو جن کے معیار اثر ساعت وار ہوں، ان دونوں کا حاصل معلوم کرو۔ اس حاصل کا معیار اثر دونوں کے اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہوگا۔ اب اس حاصل کو ایک تیسری قوت کیساتھ ملاؤ جس کا معیار اثر ساعت وار ہو۔ مجموعی معیار اثر پھر اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہوگا۔ اس عمل کو جاری رکھو تا آنکہ سب قوتیں ترکیب میں آجائیں۔ اسوقت ایک قوت ایسی حاصل ہوگی جس کا معیار اثر جملہ قوتوں کے اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہوگا۔

اسی طرح غیر ساعت واری قوتوں کو لیکر ایسی قوت حاصل کرو جس کا معیار اثر ان قوتوں کے اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہو پس ان دو آخری قوتوں کا ایک حاصل ہوگا جس کا معیار اثر ساعت واری اور غیر ساعت واری اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہوگا۔ اگر یہ اثری معیار برابر ہوں گے تو حاصل معیار اثر صفر ہوگا اور کوئی گردش واقع نہ ہوگی۔ اس کلیہ کو ہم یوں بھی بیان کر سکتے ہیں :-

جب ایک جسم پر متعدد ہم مستوی قوتیں عمل کر رہی ہوں اور وہ حالت توازن میں ہو، تو جسم کے مستوی میں کسی نقطہ کے گرد تمام قوتوں کے اثری معیاروں کا جبری مجموعہ صفر ہوگا۔

<u>معیار اثر پر تجربہ</u> | شکل ۵۹ء میں ایک قرص ہے جو لکڑی کی بنی ہے۔ اس کے مرکز پر ایک سوراخ ہے جس میں

ایک کیلی رہتی ہے۔ اس کیلی کے گرد قرص گردش کر سکتی ہے۔ کیلی اس طرح نصب کی جاتی ہے کہ قرص انتصابی رہے۔ چرخیوں، ڈوروں اور وزنوں کے ذریعہ ا، ب، ج، د پر قوتیں لگائی جاتی ہیں۔ اور قرص کو توازن کی وضع میں آنے دیا جاتا ہے۔ اب مرکز کے اعتبار سے ہر قوت کا معیار اثر حاصل کرو اور اس کے ساتھ اس کی مناسب علامت لگادو۔ اور ثابت کرو کہ مثبت اور منفی مجموعی معیار اثر ایک دوسرے کے برابر ہیں یا یہ کہ ان کا جبری مجموعہ صفر ہے۔

شکل ۱۵۹

متوازی قوتوں کے سلسلے میں ہم اس کلیہ کا ایک دوسرا تجربہ بھی بیان کریں گے۔

توازن جب کسی جسم پر عاملہ قوتیں اس طرح تقسیم ہوں کہ وہ جسم میں اسراع نہ پیدا کریں یعنی اس کی حالت حرکت کو نہ بدلیں تو کہتے ہیں کہ قوتیں توازن میں ہیں۔

اس توازن کیلئے شرائط کا دریافت کرنا سکونیات کا اصل موضوع ہے اور یہی اسکی وجہ تسمیہ بھی ہے۔ یہاں یہ اچھی طرح سے سمجھ لینا چاہیئے کہ قوت کے عمل کا اقتضا ہمیشہ حرکت ہوتا ہے، اس لئے جب تک قوتیں توازن میں نہ ہوں جسم زیر عمل کبھی سکون میں نہیں رہ سکتا۔

ذرہ کے لئے شرائط توازن اگر ذرہ پر صرف ایک قوت عمل کر رہی ہے تو ذرہ کبھی توازن میں نہیں رہ سکتا۔

اگر دو قوتیں عمل کر رہی ہوں تو ذیل کی شرائط پوری ہونی چاہئیں:۔

(۱) دونوں قوتیں قدر میں مساوی ہوں، (۲) دونوں قوتوں کا خط عمل ایک ہی خط مستقیم ہو۔

(۳) دونوں قوتوں کی جہتیں مختلف ہوں۔

ان ہی شرائط کو ہم مختصراً یوں بیان کرتے ہیں کہ قوتوں کو مساوی اور مخالف ہونا چاہیئے۔

اگر تین قوتیں ذرہ پر عمل کر رہی ہوں تو توازن کیلئے شرط یہ ہے کہ کوئی ایک قوت بقیہ دو قوتوں کے حاصل کے مساوی اور مخالف ہو۔ کیونکہ ہم ان دو قوتوں کی بجائے اُن کا حاصل لے سکتے ہیں اور اس لئے مسئلہ صرف دو قوتوں کا رہ جاتا ہے۔ پس اگر دو قوتیں ق۱ اور ق۲ ہوں تو ان کا حاصل ق بھی اسی مستوی میں ہوگا جس میں یہ دونوں قوتیں ہیں اور چونکہ تیسری قوت ان کی موازن ہے یعنی اُن کے حاصل کے مساوی اور مخالف ہے اس لئے اس قوت کو بھی

اُسی مستوی میں ہونا چاہیئے۔ پس توازن کی شرط یہی ہوئی کہ تینوں قوتوں کو ایک ہی مستوی میں ہونا چاہیئے۔ چنانچہ قوتوں کے مثلث میں ہم اسی شرط کو پورا کرتے ہیں۔

تین سے زائد قوتیں ہوں تو ان قوتوں کو ہم ایک بند کثیر الاضلاع کے ضلعوں سے بالترتیب ظاہر کر سکتے ہیں، جیساکہ قوتوں کے کثیر الاضلاع کے اُصول سے واضح ہوتا ہے، چنانچہ قوتوں کے کثیر الاضلاع کی تصدیق میں ہم اسی شرط سے کام لے چکے ہیں۔

استوار جسم | استوار جسم سے مراد ایسا جسم ہے کہ اس پر قوت عمل کرے تو اسکی شکل نہ بدلے۔

ابتک ہم نے ذروں سے بحث کی ہے یا ایسے جسموں سے جن کو ہم بمنزلہ ذرہ تصور کر سکتے تھے۔ یعنی اُن کے حجم قلیل تھے۔ اب ہم ایسے جسموں کو لینا چاہتے ہیں جن کے حجم اس طرح نظر انداز نہیں کئے جا سکتے۔ ایسے ہی جسم استوار جسم ہیں۔ یوں تو کامل طور پر استوار جسم کوئی بھی نہیں۔ لیکن اکثر اشیاء ایسی ہوتی ہیں جو قوت کے عمل کی مزاحمت کرتی ہیں اور اُن میں شکل کا تغیر اگر واقع ہوتا ہے تو بہت قلیل ہوتا ہے، مثلاً لوہا، گلاس وغیرہ۔ ایسے ہی اجسام جن میں استواری ہوتی ہے ٹھوس کہلاتے ہیں۔ جن جسموں میں استواری نہیں ہوتی اُن کو سیال کہتے ہیں۔ اس کی مزید تفصیل ماسکونیات کے باب میں ملے گی۔

استوار جسم کے لئے شرائط توازن | جسم استوار ہو تو ضروری نہیں کہ عاملہ قوتوں کے خطوط عمل ایک ہی نقطہ میں سے گزریں اور اگر جسم کو توازن میں رہنا ہے تو یہ ضروری ہے کہ قوتوں کی وجہ سے نہ تو حرکت انتقال پیدا ہو اور نہ حرکت گردش۔ اگر تمام قوتوں کے خطوط ایک نقطہ میں سے گزریں تو وہ گردش نہیں پیدا کر سکتے۔ اس لئے اگر ذرہ والی شرائط پوری ہوں تو قوتیں توازن میں ہوں گی۔ لیکن اگر خطوط عمل ایک نقطہ میں سے نہ گزریں تو گردش نہ ہونے کے لئے ضروری ہے کہ اُن کا کوئی حاصل معیار اثر نہ ہو جو جسم کو کسی محور کے گرد گھما سکے۔ پس توازن کے لئے عام شرطیں یہ ہوئیں کہ ہر نقطہ کے گرد قوتوں کے اثری معیاروں کے جبری مجموعہ کو صفر ہونا چاہیئے۔ اور قوتیں ایسی ہوں کہ اُن کو ایک بند کثیر الاضلاع کے ضلعوں سے بالترتیب ظاہر کیا جا سکے۔

اگر پہلی شرط پوری ہوئی تو بغیر حرکت انتقال کے گردش واقع ہوگی یعنی جسم کے تمام نقطے دائروں میں حرکت کریں گے جن کا مرکز ثابت ہوگا۔ اگر صرف دوسری شرط پوری ہو تو حرکت انتقال بغیر گردش کے ہوگی۔ یعنی جسم کے تمام حصے ایک ہی رفتار سے متوازی راستوں پر حرکت کریں گے۔

ان شرطوں کو جبری علامتوں میں ہم اس طرح ظاہر کر سکتے ہیں :-

اگر ق۱، ق۲، ق۳ ----- = جسم پر عاملہ قوتیں

اور ف۱، ف۲، ف۳ ---- = کسی ایک نقطہ سے قوتوں کے عمودی فاصلے

تو ق۱ + ق۲ + ق۳ + ... = ∑ ق۱ = ۰

اور ق۱ف۱ + ق۲ف۲ + ق۳ف۳ = ∑ ق۱ف۱ = ۰

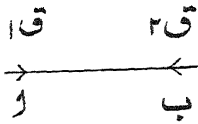
پس یہی شرائط توازن ہیں۔ ان کی اہمیت کے مدنظر ہم ان شرائط کو الفاظ میں بھی بیان کرتے ہیں :-

شرط ۱ :- کسی ایک سمت میں جسم پر عاملہ قوتوں کے مجموعہ کو صفر ہونا چاہیئے۔

شرط ۲ :- کسی ایک محور کے گرد ساعت واری گردش پیدا کرنے والی قوتوں کے اثری معیاروں کے مجموعہ کو اسی محور کے گرد غیر ساعت واری گردش پیدا کرنے والی قوتوں کے اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہونا چاہیئے۔

بارھواں باب

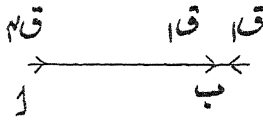
متوازی قوتیں ۔ جفت

قوتوں کی نقل پذیری | جب کوئی قوت کسی استوار جسم پر عمل کرتی ہے، تو تجربہ سے معلوم ہوتا ہے کہ جسم کا ہر وہ نقطہ جو قوت کے خط عمل پر واقع ہو قوت کا نقطہ عمل مانا جا سکتا ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ ایک جسم ا ب کے دو نقطوں ا اور ب پر دو قوتیں ق۱، ق۲ عمل کر رہی ہیں۔ (شکل ۶۰)

ق۲ ق۱

ب ا

شکل ۶۰

جسم توازن میں ہو تو یہ قوتیں مساوی اور مخالف ہوں گی۔

اب یہ فرض کرو کہ نقطہ ا پر صرف قوت ق۱ عمل کر رہی ہے اور اس کی جہت فرض کرو کہ ا ب ہے (شکل ۶۱)۔ ب پر ق۱ کے مساوی دو مساوی اور مخالف قوتیں داخل کرو۔ یہ قوتیں چونکہ توازن میں ہیں۔ اس لئے ق۱ کے اثر میں کوئی خلل پیدا نہیں کریں گی۔ اب ا پر ق۱

ق۱ ق۱ ق۱

ب ا

شکل ۶۱

بہ سمت ا ب اور ب پر ق۱ بہ سمت ب ا لو تو یہ دونوں توازن میں ہوں گی اور اس لئے بحث سے خارج تصور کی جا سکتی ہیں۔ پس اب ایک قوت رہ گئی ہے جو ب پر بہ سمت ا ب عمل کرتی ہے۔ لہذا اس قوت کا نقطہ عمل ب پر منتقل ہو گیا۔

پس ایک قوت کو اس کے خط عمل میں کسی جسم کے ہر نقطہ پر لگایا جاتا ہے، بدوں اس کے کہ اس کے اثر میں کوئی تبدیلی واقع ہو۔

اس کو قوتوں کی نقل پذیری کا اُصول کہتے ہیں۔

بالفاظ عام تر ہم یوں کہہ سکتے ہیں کہ جب کسی جسم میں قوتوں کا ایک نظام عمل کرتا ہے تو اس نظام میں سے ایک دوسرا نظام قوتوں کا خارج یا اس میں داخل کیا جا سکتا ہے جو خود توازن میں ہو۔ بدون اس کے کہ حالات زیر بحث میں کوئی تغیر واقع ہو۔

متوازی قوتیں | اب تک جن قوتوں سے ہم نے بحث کی ہے اُن کے خطوط عمل ایک دوسرے سے متقاطع ہوتے تھے، اس لئے ہم نے اُن کے حاصل پچھلے بیان کردہ قاعدوں کے بموجب دریافت کئے۔ لیکن ضروری نہیں، بلکہ اکثر ایسا ہوتا ہے کہ کسی جسم پر عاملہ قوتوں کے خطوط عمل ایک نقطہ پر نہیں ملتے جب یہ صورت واقع ہو تو مسئلہ کسی قدر پیچیدہ ہوتا ہے۔ اس کی سادہ ترین صورت وہ ہے جبکہ قوتوں کے خطوط عمل متوازی ہوں۔

اگر دو متوازی قوتیں ایک ہی جہت میں عمل کریں تو اُن کو مشابہ کہا جاتا ہے۔ اگر اُنکی جہتیں مخالف ہوں تو اُن کو غیر مشابہ کہا جاتا ہے۔

دو متوازی قوتوں کا حاصل | ایک جسم پر دو متوازی قوتیں عمل کرتی ہیں۔ اُن کا حاصل دریافت کرنے کے لئے فرض کرو کہ

(۱) قوتیں مشابہ ہیں۔

فرض کرو کہ ق۱، ق۲ (شکل ۶۲) دو متوازی مشابہ قوتیں ہیں جو ا اور ب پر بہ سمت ال، ب م عمل پیرا ہیں۔ ال اور ب م کو قوتوں کی قدر کے برابر لے لو۔ اب کو ملاؤ۔ ا اور ب پر دو مساوی اور مخالف قوتیں اد اور ب ی لگاؤ۔ متوازی الاضلاع ال ف د اور ب م ج ی مکمل کرو۔

شکل ۶۲

ا پر ق۱ اور ص کا حاصل اف بہ سمت اف ہوگا۔ فرض کرو کہ یہ قَ ہے۔ پس ہم ق۱ اور ص بجائے قَ کو لے سکتے ہیں۔ اسی طرح ب پر ق۲ اور ص کا حاصل ب ج بہ سمت ب ج ہوگا۔ پس ان دو قوتوں کی بجائے ہم قً = ب ج لے سکتے ہیں۔

لہذا ق۱ اور ق۲ کی بجائے ہم کو ا اور ب پر قوتیں قَ اور قً حاصل ہوئیں۔ ان کے خطوط عمل خارج کرنے پر ملیں گے۔ فرض کرو کہ وہ م پر ملتے ہیں۔ م سے م س قوتوں ق۱، ق۲ کے متوازی کھینچو تاکہ وہ اب کو س پر قطع کرے۔

اب قَ اور قً کے نقاط عمل کو م پر منتقل کردو۔ م پر قَ کو م س اور س ا کے متوازی

دو قوتوں میں تحویل کرو۔ یہ اجزا ق۱ اور ص ہوں گے۔ اسی طرح ق۲ کو تحویل کرنے سے اجزا ق۲ اور ص ملیں گے۔ پس م س کی سمت میں دو قوتیں ق۱ اور ق۲ ہوں گی اور س ا، س ب کی سمت میں قوتیں ص، ص ہیں۔ یہ قوتیں مساوی اور مخالف ہیں۔ اسلئے ہم ان کو خارج کرسکتے ہیں۔ لہذا ہمارے پاس صرف ایک قوت باقی رہی جو (ق۱ + ق۲) ہے اور جو اصلی قوتوں کی سمتوں کے متوازی سمت م س میں عمل کرتی ہے۔ یہ حاصل قوت ح ہے۔ پس ح = ق۱ + ق۲۔

ح کے نقطۂ عمل کو م سے س پر منتقل کردو۔ تو قوتوں ق۱، ق۲ کا حاصل ایک قوت (ق۱ + ق۲) ہے جو ا ب کے نقطہ س پر عمل کرتی ہے۔

س کا محل معلوم کرنے کیلئے مثلث ا د ف اور ا س م کو دیکھو کہ یہ متشابہ ہیں۔

∴ $\frac{\text{م س}}{\text{س ا}} = \frac{\text{ف د}}{\text{د ا}} = \frac{\text{ق}_1}{\text{ص}}$ ؛ ق۱ × س ا = ص × م س

اسی طرح △ ب ی ج اور ب س م متشابہ ہیں۔

∴ $\frac{\text{م س}}{\text{س ب}} = \frac{\text{ج ی}}{\text{ی ب}} = \frac{\text{ق}_2}{\text{ص}}$ یا ق۲ × س ب = ص × م س

∴ ق۱ × س ا = ق۲ × س ب یا $\frac{\text{س ا}}{\text{س ب}} = \frac{\text{ق}_2}{\text{ق}_1}$

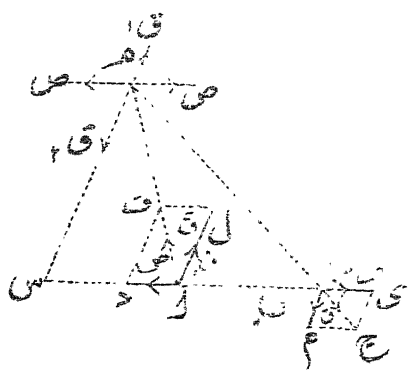
یا $\frac{\text{س ا}}{\text{س ب}} + 1 = \frac{\text{ق}_2}{\text{ق}_1} + 1$ یا $\frac{\text{س ا} + \text{س ب}}{\text{س ب}} = \frac{\text{ق}_2 + \text{ق}_1}{\text{ق}_1} = \frac{\text{ح}}{\text{ق}_1}$

یا ق۱ × ا ب = ح × س ب

اسی طرح ق۲ × ا ب = ح × ا س

پس $\frac{\text{ق}_1}{\text{ب س}} = \frac{\text{ق}_2}{\text{ا س}} = \frac{\text{ح}}{\text{ا ب}}$

(۲) قوتیں غیر متشابہ ہیں۔

فرض کرو کہ قوتیں ق۱، ق۲ مخالف سمتوں ا ل اور ب م میں عمل کرتی ہیں (شکل ۶۳)

اور فرض کرو کہ ق۱ بڑی قوت ہے۔ ا اور ب پر مساوی اور مخالف قوتیں ص، ص لگا کر متوازی الاضلاع ا ل ف د اور ب م ج ی کو حسب سابق مکمل کرو اور حاصلوں ق اور ق کے نقاط عمل کو م پر منتقل کردو۔

شکل ۶۳

تو حسب سابق م پر تحویل کرنے سے

ہم کو مس کی سمت میں دو قوتیں ق۱ اور ق۲ مخالف جہتوں میں ملیں گی۔ لہٰذا حاصل ح = ق۱۔ ق۲ اس حاصل کے نقطۂ عمل کو س پر منتقل کردو تو ا اور ب پر ق۱ اور ق۲ کا حاصل نقطہ س پر ایک قوت (ق۱۔ق۲) ہوگی۔ س کا محل معلوم کرنے کے لئے حسب سابق

ق۱ × اس = ص × مس اور ق۲ × ب س = ص × مس

∴ ق۱ × اس = ق۲ × ب س یا اس/ب س = ق۲/ق۱

یا ق۱/ب س = ق۲/اس = (ق۱ ـ ق۲)/(ب س ـ اس) = ح/اب

پس ہر دو صورتوں میں حاصل = ہر دو قوتوں کا جبری مجموعہ۔

دو سے زائد متوازی قوتوں کا حاصل | اگر ایک جسم پر متعدد متوازی قوتیں عمل کریں تو اُن کا حاصل ہم اسطرح دریافت کر سکتے ہیں کہ اُن میں سے کوئی دو قوتیں لے لیں اور ان کا حاصل دریافت کر لیں، پھر اس حاصل کو تیسری قوت کے ساتھ ملا کر حاصل دریافت کریں۔ اور اسی طرح، تاآنکہ جملہ قوتوں کا حاصل معلوم ہو جائے۔ پس اگر

ق۱، ق۲، ق۳، ---- = دی ہوئی قوتیں

تو حاصل = ح = ق۱ + ق۲ + ق۳ + ---- = Σ (ق۱)

اس میں ہر قوت اپنی علامت کے ساتھ لیجائیگی، اس لئے جس قوت کی سمت منفی ہوگی۔ اسکے ساتھ منفی علامت لینا پڑیگی۔

بدل :۔ معیار اثر کے سلسلہ میں ہم ثابت کر آئے ہیں کہ دو قوتوں کے اثری معیاروں کا جبری مجموعہ اُن کے حاصل کے معیار اثر کے برابر ہوتا ہے۔ متوازی قوتوں کی صورت میں بھی یہ مسئلہ صحیح ہے۔ لہٰذا اس کی مدد سے ہم متوازی قوتوں کا حاصل دریافت کر سکتے ہیں۔

چنانچہ فرض کرو کہ ق۱، ق۲، ق۳ ---- = عاملہ قوتیں

ح = ان قوتوں کا حاصل

فرض کرو کہ م ایک دیا ہوا نقطہ ہے قوتوں کے مستوی میں۔ م سے ایک خط م ا۱ ا۲ ---- ایسا کھینچو کہ وہ قوتوں کے خطوط عمل کو علی القوائم ا۱، ا۲، ا۳ ---- پر اور حاصل قوت کے خط کو ج پر قطع کرے۔ ہم کو ج کا محل دریافت کرنا ہے۔

اب ح = ق۱ + ق۲ + ق۳ + ------

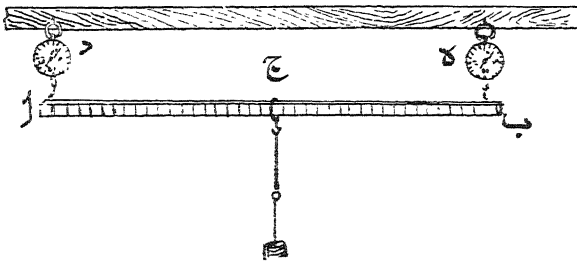
م کے گرد معیار اثر لینے سے

ح × م ج = ق۱ × م ا۱ + ق۲ × م ا۲ + ق۳ × م ا۳ + ۔۔۔۔۔۔

∴ م ج = (ق۱ × م ا۱ + ق۲ × م ا۲ + ق۳ × م ا۳ + ۔۔۔۔۔۔) / (ق۱ + ق۲ + ق۳ + ۔۔۔۔۔۔۔۔۔)

= (مج ق ا لا۱) / (مج ق۱)

اس طرح ج کا محل معلوم ہو جاتا ہے۔

متوازی قوتوں پر تجربے | دو متوازی قوتوں کا حاصل دریافت کرنے کے لئے لکڑی کی ایک مستطیل سلاخ ا ب کی ضرورت ہوتی ہے (شکل ۶۴)۔ یہ سلاخ تقریباً ا میٹر لمبی ہوتی ہے اور تراشش اس کی مربع ہوتی ہے۔ اس مربع کا ضلع ۲ یا ۳ سمر کا مناسب ہوتا ہے اس سلاخ کے ایک رُخ پر ایک پیمانہ انچ یا سمر میں ہوتا ہے۔

شکل ۶۴

برنجی تار کے حلقے بنا کر سلاخ پر ا، ب، ج پر چڑھا دیے جاتے ہیں۔ یہ حلقے سلاخ پر پھسل سکتے ہیں۔ ان حلقوں میں کانٹے بھی لگے ہوتے ہیں۔ سلاخ کو افقی وضع میں رکھنے کے لئے ا اور ب پر انتصابی ڈورے لگائے جاتے ہیں۔ یہ ڈورے دو کمانیدار ترازوؤں د اور ہ سے بندھے ہوتے ہیں۔ ج پر مختلف وزن لٹکائے جا سکتے ہیں یا ایک پلڑا لٹکا کر اس میں مختلف وزن رکھے جا سکتے ہیں۔

تجربہ کے لئے سلاخ کو افقی رکھو اور ا اور ب کو سلاخ کے وسطی نقطہ سے مساوی فاصلے پر رکھو۔ اس وقت کمانیدار ترازو کی خواندگیاں لے لو۔ وہ دونوں ایک ہی ہوں گی۔

اب ج پر معلوم وزن کا ایک پلڑا لٹکا کر اسمیں باٹ رکھو۔ فرض کرو کہ ج پر مجموعی وزن و ہے۔ اس کو ا اور ب پر ڈوروں کے تناؤ سنبھالتے ہیں۔ اب پھر ترازوؤں کی خواندگیاں لے لو۔ سابق کی خواندگیوں کو ان سے تفریق کرنے پر ا اور ب پر عاملہ قوتیں ت۱، ت۲ حاصل ہوں گی۔

ا ب کے پیمانہ پر ا، ب اور ج کے محل دیکھو اور ا ج، ب ج کی پیمائش کر لو۔

تو و = ت۱ + ت۲

اور ق۱ × اج = ق۲ × ب ج

ق۱ اور ق۲ کا حاصل ایک ایسی قوت ہے جو نقطہ ج پر عمل کرتی ہے اور جو و کے مساوی اور مخالف ہے۔ اس طرح متوازی قوتوں کا حاصل بتانے والے ضابطے کی تصدیق ہو جاتی ہے۔

اب اگر ج کی وضع بدل دی جائے تو ق۱ اور ق۲ دونوں بدل جائیں گے۔ لیکن اُن کا مجموعہ ہمیشہ مستقل رہیگا۔ اور انکے لئے علاقہ ق۱ × اج = ق۲ × ب ج بھی ہمیشہ درست رہیگا۔

اگر باٹ بدل کر و کی قیمت بدل دی جائے تو ق۱ اور ق۲ کی قیمتیں بھی بدل جائیں گی۔ لیکن اسطرح کہ ق۱ + ق۲ = و

اگر ج اور ا کے درمیان ایک نقطہ م لیا جائے اور فاصلے م ا، م ب، م ج پیمائش کئے جائیں تو معلوم ہوگا کہ و × م ج = ق۱ × م ا + ق۲ × م ب

یعنی حاصل کا معیار اثر اجزا کے اثری معیاروں کے جبری مجموعہ کے مساوی ہوگا۔

کلیہ معیار اثر کی تصدیق اس کے لئے بھی ہم ویسی ہی سلاخ استعمال کر سکتے ہیں جیسی کہ اوپر کے تجربے میں ہم نے استعمال کی ہے۔ البتہ بہتر یہ ہوگا کہ سلاخ کے وسطی نقطہ پر ایک سوراخ ہو تاکہ سلاخ کو ایک کیلی پر متوازن کیا جا سکے۔ ایسے سوراخ سلاخ کے پورے طول پر مختلف مقامات پر بنے ہوتے ہیں۔

وزن لٹکانے کیلئے ہم تار یا ڈورے کے حلقے استعمال کر سکتے ہیں جو سلاخ پر پھسل سکیں۔ ان ڈوروں سے وزن لٹکا دئے جائیں تو سلاخ کے مختلف مقامات پر ہم قوتوں کو لے سکتے ہیں۔

چنانچہ سلاخ کو کیلی پر سہارا کے افقی وضع میں رکھو۔ ج کے ایک طرف ایک وزن لٹکاؤ، اور دوسری طرف دوسرا۔ پھر ج سے دونوں کے خط عمل کے فاصلے لو۔ پس اگر و۱ اور و۲ قوتیں ہوں تو ثابت کرو کہ و۱ × اج = و۲ × ب ج۔

اس کے بعد قوتوں کی تعداد ہر جانب بڑھا دو اور ثابت کرو کہ

و۱ ف۱ + و۲ ف۲ + و۳ ف۳ + ---- = ۰

جہاں و۱، و۲، و۳، ... = وزن اور ف۱، ف۲، ف۳ ... = ج سے و۱، و۲، و۳ وغیرہ کے فاصلے

اب اگر سلاخ کو بجائے ج کے کسی اور مقام پر سہارا جائے تو کسی وزن کے نہ لٹکانے کی صورت میں بھی سلاخ افقی نہ رہے گی، کیونکہ اب سلاخ کا وزن بھی عمل کرنے لگیگا۔ پہلے ج پر سہارا ہونے کی وجہ سے سلاخ کے وزن کا معیار اثر ج کے گرد صفر تھا اس لئے سلاخ افقی رہتی تھی۔ اس پر بھی سلاخ پر سہارے کے ہر دو جانب وزن لٹکا کر سلاخ کو افقی کر لو اور پھر جس نقطہ پر سہارا دیا ہے اسکے گرد معیار اثر

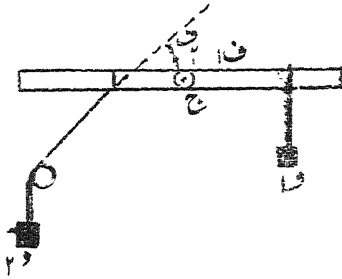
لے لو تو سابق کی رقموں میں

و ف = و۱ ف۱ + و۲ ف۲ + ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ = ۰

جہاں و = سلاخ کا وزن، ف = سہارے کے مقام سے سلاخ کے وسطی نقطہ کا فاصلہ

اس طرح سلاخ کا وزن و معلوم ہو سکے گا۔ اسی طرح و کو معلوم کر کے ترازو سے تول کر اپنے نتیجہ کی تصدیق کرو۔

اب یہ کرو کہ قوتوں کو متوازی رکھنے کی بجائے مائل کر دو۔ اس کی صورت یہ ہے کہ جن ڈوروں سے وزن لٹکے ہوئے ہیں اُنکو چرخیوں پر سے گزار دو۔ اس کیلئے مناسب یہ ہوتا ہے کہ وہ آلہ استعمال کیا جائے جو متوازی الاضلاع کے کلیہ کی تصدیق کیلئے استعمال کیا گیا تھا۔ اس آلے میں اسی غرض سے ایک انتصابی سلاخ ہوتی ہے جس میں ایک کیلی لگی رہتی ہے۔ سلاخ یا پٹری اسی کیلی پر متوازن کیجاتی ہے۔ اس سے فائدہ یہ ہوتا ہے کہ آلے کے فریم میں جو چرخیاں لگی ہوتی ہیں اُن پر سے ڈورے بآسانی گزارے جا سکتے ہیں۔

اس طرح ترتیب دینے سے قوتیں حسب شکل ۶۵ حاصل ہوں گی۔ اس صورت کیلئے ضروری نہیں کہ سہارے کا مقام وسطی نقطہ ہی پر ہو البتہ وسطی نقطہ ہی پر سلاخ کو سہارا دینے سے سہولت ضرور ہوتی ہے۔ شکل میں ہم نے قوت و۱ کو متوازی رکھا ہے اور و۲ کو مائل کر دیا ہے؛ و۱ کا معیار اثر و۱ × ف۱ ہوگا۔ لیکن و۲ کا معیار اثر معلوم کرنے کیلئے سلاخ کے پیچھے کاغذ رکھ کر و۲ اور سلاخ کی سمت کا خاکہ لے لو۔

شکل ۶۵

پھر دونوں کے نقطہ تقاطع کی مدد سے وسطی نقطہ ج کا محل معین کرو، پھر و۲ کی سمت کو خارج کر کے ج سے اس پر عمود ف۲ کھینچو، تو و۲ کا معیار اثر ف۲ ہوگا۔ اب ثابت کرو کہ

و۱ × ف۱ = و۲ × ف۲

اب دو سے زیادہ قوتیں لو اور خواہ سب کو مائل رکھو یا کچھ مائل اور کچھ متوازی۔ ہر صورت میں ثابت کرو

کہ ج کے ایک طرف کے معیار اثر دوسری طرف کے اثری معیاروں کے برابر ہیں۔

پس اس طرح قوتیں خواہ متوازی ہوں یا غیر متوازی ہر صورت کیلئے کلیہ معیار اثر کی تصدیق ہو جاتی ہے

جفت | دو ہم مستوی متوازی قوتوں کے حاصل میں ہم نے دیکھا کہ قوتیں مخالف ہوں تو حاصل دونوں کا فرق ہوتا ہے۔ اسکی ایک خاص اور اہم صورت یہ ہے۔ کہ دونوں قوتیں ایکدوسری کے مساوی ہوں اس صورت

میں حاصل صفر ہو جاتا ہے، جس کا مطلب یہ ہے کہ ایسے نظام کیلئے کوئی ایک قوت موازن نہیں ہوسکتی۔ ایسے نظام میں حرکت انتقال پیدا کرنے کا کوئی اقتضا نہیں ہوتا، کیونکہ ہر سمت میں مجموعی قوت صفر ہوتی ہے، البتہ ایسی قوتیں خالص حرکت گردش پیدا کرتی ہیں۔ قوتوں کے ایسے نظام کو جفت کہتے ہیں۔

جفت کے سلسلے میں حسب ذیل اصطلاحیں اور تعریفیں استعمال کی جاتی ہیں :۔

(۱) دو مساوی متوازی اور مخالف قوتیں جفت کہلاتی ہیں۔

(۲) ہر دو قوتوں کے سمتوں کے علی القوائم خط کو جفت کا بازو کہتے ہیں۔

(۳) قوتوں میں سے کسی ایک قوت اور جفت کے بازو، یعنی ہر دو قوتوں کے خطوط عمل کے درمیان عمودی فاصلے کے حاصل ضرب کو جفت کا معیار اثر کہتے ہیں۔

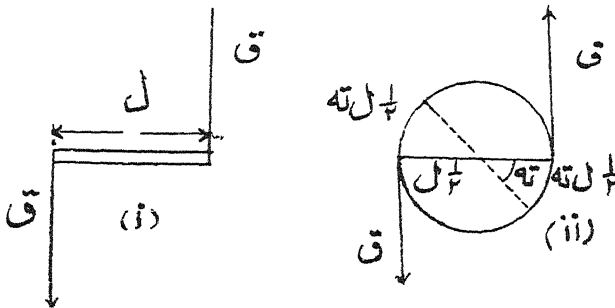
(۴) جس مستوی میں دونوں قوتیں واقع ہوں اس کے علی القوائم خط کو جو جفت کے معیار اثر کے متناسب ہو، جفت کا محور کہتے ہیں۔

(۵) اگر کوئی مشاہد جفت کی قوتوں میں سے کسی ایک قوت کے نقطہ عمل سے محور کی سیدھ میں دیکھے اور جسم زیر عمل کی گردش قوتوں کے تحت ساعت وار ہو تو جفت کو مثبت کہتے ہیں۔

جفت اور کام | فرض کرو کہ جفت کی دو قوتیں ق، ق ہیں۔ فرض کرو کہ ان کا درمیانی فاصلہ یعنے اُن کا بازو ل ہے۔

جب ایسی قوتیں جسم پر عمل کرتی ہیں تو وہ جسم کو ایک زاویہ تہ میں ایسے محور کے گرد گھما دیتی ہیں جو قوتوں کے خطوط عمل کے درمیان وسط میں واقع ہوتا ہے۔

ق ل ق (i)

ق ½ ل تہ ½ ل تہ ½ ل تہ ق (ii)

شکل ۶۶

اس حرکت کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ہر قوت اپنی سمت میں ایک فاصلہ ½ ل تہ میں عمل کرتی ہے۔ (شکل ۶۶/ii)

پس ہر قوت کا کام = ½ ل تہ × ق

∴ مجموعی کام = ۲ (½ ل تہ × ق) = ق ل تہ

اگر جفت کا معیار اثر = مع تو مع = ق ل

∴ کام = مع × تھ = جفت کا معیار اثر × طے شدہ زاویہ

اگر محور گردش ثابت ہو اور اس سے فصل 'ل' پر ایک قوت ق عمل کرے تو وہ فاصلہ ل تھ میں عمل کریگی، اگر ثابت محور کے گرد طے کردہ زاویہ = تھ

∴ کام = ق × ل تھ = ق ل × تھ = جفت کا معیار اثر × طے کردہ زاویہ۔

اس کی وجہ یہ ہے کہ محور پر جو ردعمل ہوتا ہے وہ قوت ق کے مساوی اور مخالف ہوتا ہے۔ اسلئے قوت اور ردعمل سے ایک جفت بن جاتا ہے جس کا معیار اثر 'ق ل' ہوتا ہے۔

پس جفت کی یہ ایک خاص صورت ہوئی جس میں ایک قوت ثابت محور پر ردعمل ہوتی ہے۔

مشقی سوالات لے

۱۔ ۱۰ اور ۱۲ کلوگرام وزن کی دو متوازی قوتیں ۵۰ سم کے فصل سے دو نقطوں ا اور ب پر عمل کرتی ہیں حاصل دریافت کرو۔

اگر حاصل کا نقطہ عمل ج ہو تو حاصل = ۱۰ + ۱۲ = ۲۲ کلوگرام وزن۔

اور ا کے گرد معیار اثر لینے سے ح × اج = ۱۰ × ۰ + ۱۲ × ۵۰ = ۶۰۰

∴ اج = ۶۰۰/۲۲ = ۲۷٫۲۷ سم

۲۔ ۱۰ اور ۱۵ کلوگرام وزن کی دو متوازی قوتیں اس طرح عمل کرتی ہیں کہ اُن کا حاصل کمتر قوت سے ۲۰ سم کے فاصلہ پر عمل کرتا ہے۔ ہر دو قوتوں کے خطوط عمل کے درمیان فاصلہ دریافت کرو۔

اگر اب قوتوں کے خطوط عمل پر علی القوائم ہو اور وہ حاصل کے خط کو ج پر قطع کرے تو ا کے گرد معیار اثر لینے سے (۱۰ + ۱۵) اج = ۱۵ × اب ∴ اب = ۲۵/۱۵ × ۲۰ = ۱۰۰/۳ = ۳۳٫۳۳ سم

۳۔ دو آدمی ۲۴ فٹ لمبا ایک بانس اپنے کاندھوں پر سنبھالے ہوئے ہیں۔ بانس کے وسطی نقطہ سے ۳ ہنڈرڈ ویٹ کی ایک کمیت آویزاں ہے۔ بانس کا وزن ۱ ہنڈرڈ ویٹ ہے۔ اس کا نقطہ عمل ایک سرے سے ۸ فٹ پر ہے۔ بتلاؤ کہ ہر آدمی کتنا بوجھ سنبھالے ہوئے ہے۔

اب کو بانس مانو۔ ا اور ب پر فرض کرو کہ اوپر کی جانب دباؤ ق۱، ق۲ ہیں۔ س کو وسطی نقطہ مانو اور ا سے ۸ فٹ کے فاصلے پر ج لو جہاں بانس کا وزن عمل کرتا ہے۔

∴ ق۱ + ق۲ = ۳ + ۱ = ۴ ہنڈریڈ ویٹ

ا کے گرد معیار اثر لینے سے ق۲ × اب = ۱ × اج + ۳ اس = ۱ × ۸ + ۳ × ۱۲ = ۴۴

ق۲ = ۴۴/۲۴ = ۱۱/۶ اور ∴ ق۱ = ۱۳/۶ ہنڈریڈ ویٹ

۴۔ ۲، ۴، ۸، اور ۱۶ پونڈ کی کمیتیں ایک میز کے کنارے سے علی الترتیب ۴، ۳، ۲، اور ۱ فٹ کے فاصلے پر رکھی ہیں۔ حاصل قوت کی قدر اور نقطہ عمل دریافت کرو۔

فرض کرو حاصل = ح اور میز کے کنارے سے حاصل کے خط عمل کا فاصلہ = لا

تو ح = ۲ + ۴ + ۸ + ۱۶ = ۳۰ پونڈ وزن

اور کنارے کے گرد معیار اثر لینے سے ح × لا = ۲ × ۴ + ۴ × ۳ + ۸ × ۲ + ۱۶ × ۱

∴ لا = (۸ + ۱۲ + ۱۶ + ۱۶) / ۳۰ = ۵۲/۳۰ فٹ

۵۔ ۵، اور ۱۲ پونڈ کی کمیتیں ۳ پونڈ وزنی اور ۶ فٹ لمبی ایک سلاخ کناروں پر لٹکی ہوئی ہیں۔ اگر ۵ پونڈ کمیت والے کنارے سے ۲ فٹ ۲، انچ کے فاصلے سے ایک نقطہ پر توازن پیدا کرنا مقصود ہو تو ۲۰ پونڈ کی کمیت کو کہاں رکھنا چاہیئے؟

۶۔ ایک یکساں میتری پیمانے کے ۷۹ سمر والے نشان پر ۱۰ گرام کی ایک کمیت آویزاں ہے۔ توازن ۵۵ء۳ سمر والے نشان پر پیدا ہوتا ہے۔ پیمانہ کی کمیت دریافت کرو۔

۷۔ ایک سیدھی یکساں بھاری سلاخ کا طول ۶ فٹ ہے۔ اس کے سروں پر ۱۵، اور ۲۲ پونڈ کی کمیتیں لٹکی ہیں۔ ۲۲ پونڈ والے کنارے سے ۲½ فٹ پر توازن قائم ہوتا ہے۔ سلاخ کا وزن دریافت کرو۔

۸۔ ۶ فٹ لمبی اور ۱۱ پونڈ وزنی ایک سلاخ کے ایک کنارے پر ۲۶ پونڈ کی کمیت آویزاں ہے۔ اس کنارے سے اگر ۲½ فٹ کے فاصلے پر توازن قائم ہو تو سلاخ کے دوسرے کنارے پر کتنی کمیت ہونی چاہیئے۔

۹۔ اگر کسی مربع کے چاروں ضلعوں پر ترتیب وار چار قوتیں ق، ۲ق، ۳ق، ۴ق، عمل کریں تو انکا حاصل دریافت کرو۔

۱۰۔ ایک مربع کے ضلعے ۱۵، انچ طویل ہیں۔ ایک ضلع کے ہر دو کناروں پر ۳ پونڈ کا وزن ہے۔ مقابل کے ضلع کے ہر دو کناروں پر ۵ پونڈ کا وزن ہے، ان چاروں وزنوں کا حاصل دریافت کرو۔

۱۱۔ دو شخص ا اور ب اپنے کندھوں پر ایک بانس لئے ہوئے ہیں۔ بانس پر ایک وزن ہے۔ اگر ا زیادہ سے زیادہ ۱۲۰ پونڈ اٹھا سکتا ہے اور ب ۹۰ پونڈ تو بتلاؤ کہ بانس پر وہ زیادہ سے زیادہ کتنا بوجھ اٹھا سکتے ہیں اور وہ بوجھ پھر بانس پر کہاں عمل کرے گا۔ بانس کے وزن کو نظر انداز کر دو۔

۱۲۔ ایک میتری پیمانہ کا وزن ۹۲ء۰ گرام ہے اور ۴۲ء۵ سمر کے نشان پر متوازی ہو جاتا ہے۔ ۵۰ گرام کی ایک کمیت ۱۰ سمر والے نشان پر لٹکائی جاتی ہے۔ اب پیمانہ کہاں متوازن ہوگا؟

۱۳۔ ۷، ۵، ۳، اور ۱ پونڈ کے وزن ۵ فٹ طویل ایک سلاخ کے سرے سے ۱، ۲، ۳، اور ۴ فٹ کے فاصلے پر آویزاں ہیں۔ اگر سلاخ اس سرے پر کسی ہو تو ان قوتوں کو توازن میں لانے کے لئے دوسرے سرے پر کتنی قوت لگانی چاہیئے؟

تیرھواں باب

مرکز جاذبہ

مرکز کمیت | فرض کرو کہ حسب شکل ۱۶۷ ا اور ب دو ذرے ہیں جن کی کمیتیں علی الترتیب ک۱، ک۲ ہیں۔ فرض کرو کہ ان دونوں کو ایک بے امتداد ڈورا ملاتا ہے جس کا وزن ہم نظر انداز کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ ا اور ب پر دو متوازی قوتیں عمل کر رہی ہیں جنمیں سے ہر ایک اپنے اپنے ذرہ کی کمیت کے متناسب ہے۔ اگر یہ تناسبی مستقل ع ہو تو قوتیں علی الترتیب ک۱ ع اور ک۲ ع ہوں گی ان قوتوں کا ایک حاصل ہوگا جو خط اب کے کسی نقطہ ج پر عمل کریگا

ب ج ا ک۲ ع (ک۱ + ک۲) ع ک۱ ع

شکل ۱۶۷

اس طرح کہ $ک_1 ع \times اج = ک_2 ع \times ب ج$

یعنی $\frac{اج}{ب ج} = \frac{ک_2}{ک_1}$

پس اس نقطہ ج کو ہر دو ذروں کا مرکز کمیت کہتے ہیں۔ خط اب کی وضع کچھ بھی کیوں نہو نقطہ ج کا محل معین رہتا ہے۔ اور حاصل قوت ہمیشہ اسی نقطہ پر عمل کرتی ہے۔

اگر دو ذروں کی بجائے تین ذرے ہوں تو ہم دو ذروں کی بجائے اُن کا حاصل لے سکتے ہیں۔ پھر اس حاصل کو تیسرے ذرے سے ملائیں تو ہم کو تینوں ذروں کیلئے ایک مرکز جاذبہ حاصل ہوگا۔

پس عام طور پر کسی استوار جسم پر متعدد متوازی قوتیں مختلف نقطوں پر عمل کریں تو اُن سب کا حاصل اُن کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔ اور اس کا خط عمل جسم کے ایک معین نقطہ میں سے گذریگا۔ پس جسم کیلئے یہی مرکز کمیت ہوگا۔ اس سے ہم کو ذیل کی تعریف حاصل ہوتی ہے:۔

تعریف:۔ کسی جسم کے مرکز کمیت سے مراد وہ نقطہ ہے جہاں پر جسم کے تمام ذروں پر عاملہ متوازی قوتوں کے ایک نظام کا حاصل عمل کرے جبکہ ہر قوت اپنے زیر عمل ذرے کی کمیت کے متناسب ہو۔ یہ نقطہ جسم میں معین ہوتا ہے۔

نوٹ:۔ (۱) مرکز کمیت کے محل کا انحصار متوازی قوتوں کی سمتوں پر نہیں ہے، بلکہ صرف اُن کی مقداروں اور اُن کے نقاط عمل پر ہے۔ چنانچہ جسم کو ہم جس طرح چاہیں گھما دیں، قوتوں کا حاصل ایک ہی نقطہ میں عمل

کرے گا، بشرطیکہ قوتیں متوازی رہیں۔

(۲) ہر جسم کا ایک ہی مرکز کمیت ہوگا دو نہ ہوں گے۔ کیونکہ اگر بالفرض دو مرکز کمیت ج، ج۱ ہوں تو ہم جسم کو اس طرح گھما سکتے ہیں کہ ج ج۱ قوتوں کے علی القوائم ہو جائے تو اس کے معنی یہ ہونگے کہ حاصل ج ج۱ میں سے ایک خط میں عمل کرتا ہے اور پھر ج۱ میں سے متوازی خط میں عمل کرتا ہے جو محال ہے پس مرکز کمیت ہمیشہ ایک ہی ہوگا۔

(۳) مرکز کمیت کو مرکز ہندسی بھی کہتے ہیں۔

مرکز جاذبہ: ہر جسم ذروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ہر جسم کا وزن اس کی کمیت کے متناسب ہوتا ہے۔ اگر جسم زمین کے مقابلے میں چھوٹا ہو تو زمین کے مرکز سے ذروں کو ملانے والے خطوط متوازی ہوں گے۔ پس ذروں کے وزنوں سے متوازی قوتوں کا ایک نظام بنے گا، جس کی ہر قوت اپنے زیر عمل ذرے کی کمیت کے متناسب ہوگی۔ لہذا جسم کے وزن سے مراد ان قوتوں کا حاصل ہوگا۔

اس حاصل کا ایک نقطۂ عمل ہوگا جو پارۂ بالا کی رو سے مرکز کمیت ہے۔ لیکن چونکہ یہاں قوتیں جاذبی قوتیں ہیں اس لئے اس کو اب مرکز جاذبہ کہا جائے گا۔ اس کی تعریف حسب ذیل ہوگی :۔

تعریف :۔ کوئی جسم جن ذروں پر مشتمل ہوتا ہے اُن کے وزنوں سے متوازی قوتوں کا ایک نظام بنتا ہے۔ اس نظام کا ایک حاصل ہوتا ہے جو قوتوں کے مجموعہ کے مساوی ہوتا ہے۔ اس حاصل کا ایک نقطۂ عمل ہوتا ہے جو جسم میں ثابت ہوتا ہے خواہ وہ کسی طرح کیوں نہ رکھا جائے۔ اس نقطہ کو جسم کا مرکز جاذبہ کہتے ہیں۔

اسکو ہم یوں بھی بیان کرسکتے ہیں "کسی جسم کے مرکز جاذبہ سے مراد وہ نقطہ ہے جو باعتبار جسم معین ہوتا ہے اور جس میں سے اس جسم پر جاذبہ کا حاصل عمل گزرتا ہے، خواہ جسم کو کسی وضع میں کیوں نہ رکھا جائے۔

نوٹ (۱) جسم اگر محدود جسامت کا ہو تو اسکے وزن کو ہم ایک منفرد انتصابی قوت قرار دے سکتے ہیں جو اسکے مرکز جاذبہ پر عمل کرتی ہے

(۲) اگر ہم اس کا لحاظ کریں کہ جسم کے مختلف ذروں کے وزن صحیح صحیح متوازی قوتیں نہیں ہیں، تو پھر لازم نہیں ہے کہ انکا حاصل ہمیشہ ایک معین نقطہ میں سے گزرے، ایسی صورت میں جسم کا مرکز کمیت ہوگا لیکن مرکز جاذبہ نہ ہوگا۔

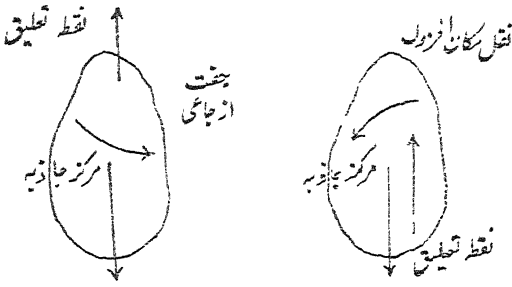
(۳) اگر جسم پر عاملہ قوت صرف اسکا وزن ہو اور مرکز جاذبہ پر جسم کو سہارا جائے تو جسم ہر وضع میں توازن میں رہے گا۔

آویزاں جسم کا مرکز جاذبہ (۱) منفرد نقطہ سے آویزاں جسم :۔

جسم کا وزن نیچے کی جانب اس کے مرکز جاذبہ پر عمل کرتا ہے۔ اگر نقطۂ تعلیق مرکز جاذبہ سے انتصاباً اوپر یا نیچے ہو تو محور کی وجہ سے عاملہ قوت اسی انتصابی خط میں عمل کرے گی جس میں کہ وزن عمل کرتا ہے۔ اس لئے جسم توازن میں ہوگا۔

اگر جسم کو اپنی سکونی وضع سے ہٹایا جائے گا تو ان قوتوں کی وجہ سے جسم پر ایک جفت عمل کریگا،

اگر نقطہ تعلیق مرکز جاذبہ سے اوپر ہوگا تو جفت جسم کو اپنی اصلی حالت پر لانے کی کوشش کریگا، یعنی ایک ارجاعی جفت عمل کرنے لگے گا۔ اگر نقطہ تعلیق مرکز جاذبہ سے نیچے ہوا تو جفت اس طرح عمل کرے گا جس سے نقل مکان افزوں ہوجائیگا۔ (شکل ۶۸)۔

شکل ۶۸

پہلی صورت میں جسم کے توازن کو قائم کہتے ہیں اور دوسری صورت میں غیر قائم۔

(۲) متعدد نقطوں سے آویزاں جسم:-

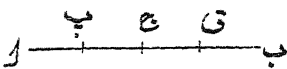
اگر جسم متعدد نقطوں پر آویزاں ہوا ور مرکز جاذبہ میں سے انتصابی خط اس شکل کے اندر رہے جو بیرونی تعلیقی نقطوں کے ملانے سے بنے تو وہ توازن قائم کی حالت میں ہوگا۔ جسم کو ہٹانے کی جو کوشش کی جائیگی اس کے معنی یہ ہوں گے کہ دو تعلیقی نقطوں کو ملانے والے خط کو محور مان کے گروش شروع ہوجائے گی۔ اگر نقل مکان قلیل ہو تو ایک ارجاعی جفت پیدا ہو جائے گا۔

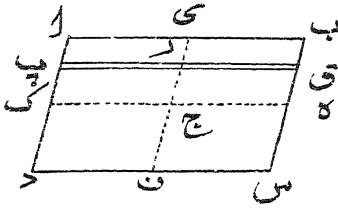
(۳) متحرک نقطہ سے آویزاں جسم :-

اگر جسم ایسے نقطے سے آویزاں ہو جو جسم کے ہٹانے کے ساتھ اپنی وضع بدل دے تو بھی توازن قائم کی حالت ہوسکتی ہے اگرچہ کہ مرکز جاذبہ نقطہ تعلیق سے اوپر ہی کیوں نہ ہو۔ اس میں شرط یہی رہے گی کہ کسی جانب مرکز جاذبہ میں جو حرکت ہو اسی جانب نقطہ تعلیق میں اس سے زیادہ حرکت ہو۔ اس کی وجہ سے ایک ارجاعی جفت پیدا ہوجائے گا اور جسم اپنی حالت اصلی پر واپس آجائے گا۔

مرکز جاذبہ از روئے ہندسہ | ہم چند سادہ صورتوں میں تشاکل کا لحاظ کر کے مرکز جاذبہ دریافت کرسکتے ہیں:

(۱) یکساں مستقیم سلاخ کا مرکز جاذبہ :- فرض کرو کہ اب (شکل ۶۹) ایک سلاخ ہے۔ ج پر اس کی تنصیف کرو، تو ج مرکز جاذبہ مطلوبہ ہے۔ اس کے لئے فرض کرو کہ ج سے مساوی فاصلوں پر سلاخ کے دو ذرے پ اور ق ہیں۔ ان دونوں ذروں کے وزنوں کا حاصل ج میں سے

شکل ۶۹

گزرے گا۔ ہم پوری سلاخ کو اسی طرح کے ذروں میں تقسیم کر سکتے ہیں۔ ایسے ہر دو ذروں کا مرکز جاذبہ ج ہوگا۔ اس لئے کل سلاخ کا مرکز جاذبہ ج ہوگا۔

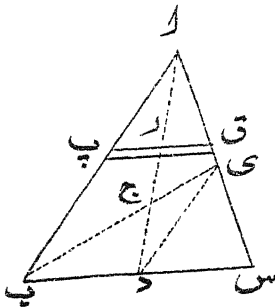
(۲) متوازی الاضلاع پتر کا مرکز جاذبہ:۔ فرض کرو کہ ا ب س د متوازی الاضلاع پتر ہے۔ (شکل ۱۱۲) جسکی دبازت اور کثافت یکساں ہے۔

ضلعوں ا ب، س د کو ی اور ف پر تنصیف کرو اور ی ف کو ملاؤ۔ ا د، ب س کی تنصیف ک اور ہ پر کرو اور ک ہ کو ملاؤ کہ وہ ی ف کو ج پر قطع کرے، تو ج مرکز جاذبہ مطلوبہ ہے۔

شکل ۱۱۲

متوازی الاضلاع کو ا ب کے متوازی پ ق جیسی پتلی سلاخوں میں تقسیم کرو۔ پ ق اور ی ف کا تقاطع ر ہے۔ چونکہ ی ف ناصف ہے ا ب، س د کا، اسلئے وہ پ ق کی بھی تنصیف کرتا ہے۔ پس پ ق کا مرکز جاذبہ ر ہوگا۔ اسی طرح جتنی سلاخیں ا ب کے متوازی بنیائیں گی سب کے مرکز جاذبہ ی ف پر واقع ہوں گے۔ اس لئے متوازی الاضلاع کا مرکز جاذبہ ی ف پر واقع ہوگا۔

اب اگر ا د کے متوازی سلاخوں میں متوازی الاضلاع کو تقسیم کیا جائے تو اوپر کے استدلال کے بموجب پتر کا مرکز جاذبہ ک ہ پر واقع ہوگا۔

لہذا مطلوبہ مرکز جاذبہ ی ف اور ک ہ کا تقاطع یعنی ج ہے۔

(۳) یکساں مثلثی پتر کا مرکز جاذبہ:۔ فرض کرو کہ ا ب س (شکل ۱۱۳) ایک مثلثی پتر ہے، ضلع ب س، اس کو د اور ی پر تنصیف کرو۔ ا د، ب ی کو ملاؤ تو ج مرکز جاذبہ مطلوبہ ہوگا۔

ب س کے متوازی مثلث کو پ ق جیسی پٹیوں میں تقسیم کرو۔ ا د اور پ ق کا تقاطع ر ہے۔ تو چونکہ پ ق، ب س متوازی ہیں، اور ا ب، ا د، ا س ان کو ملاتے ہیں اس لئے

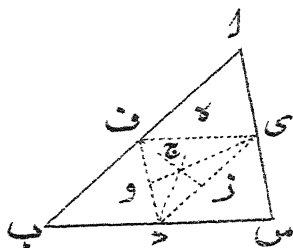
شکل ۱۱۳

$$\frac{\text{پ ر}}{\text{ق ر}} = \frac{\text{ب د}}{\text{د س}} = 1$$

پس ر وسطی نقطہ ہے پ ق کا اور اس لئے اس کا مرکز جاذبہ ہے۔ اور پ ق کے

متوازی تمام پٹیوں کے مرکز جاذبہ ا د پر ہوں گے اس لئے مثلث کا مرکز جاذبہ بھی ا د پر ہوگا۔
اسی طرح اگر س ا کے متوازی پٹیوں میں مثلث کو تقسیم کیا جائے تو سب مرکز جاذبہ ب ی پر ہوں گے اور اسی لئے مثلث کا مرکز جاذبہ ب ی پر ہوگا۔
اس لئے مطلوبہ مرکز جاذبہ ا د اور ب ی کا تقاطع یعنی ج ہوگا۔
ج کا محل معلوم کرنے کے لئے د اور ی نقاط تنصیف ہیں اس لئے د ی متوازی ہوگا اب کے اور د ی = ½ اب

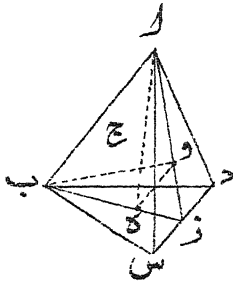
چونکہ د ی اور اب متوازی ہیں اور ادی = د اب، ب ی د = ی ب ا
∴ △ ج د ی اور ج اب متشابہ ہیں۔
∴ $\frac{\text{د ج}}{\text{ا ج}} = \frac{\text{د ی}}{\text{ا ب}} = \frac{1}{2}$ پس د ج = ½ ا ج = ⅓ ا د
اسی طرح ی ج = ⅓ ب ی۔ اسی طرح ف ج = ⅓ س ف، جہاں ف = اب کا وسطی نقطہ
پس مثلث کا مرکز جاذبہ معلوم کرنے کیلئے کسی راس کو مقابل کے ضلع کے وسطی نقطہ سے ملاؤ اور راس سے اس ناصف پر ⅔ ناصف کے فاصلے سے ایک نقطہ لو تو وہ مطلوبہ مرکز جاذبہ ہوگا۔
(۴) <u>مثلث کی شکل میں رکھی ہوئی تین مساوی کمیتوں کا مرکز جاذبہ</u>:- فرض کرو کہ شکل ۱۱۷ میں ا، ب، س پر تین مساوی کمیتیں ک، ہیں۔ تو ان کا مرکز جاذبہ ج (شکل ۱۱۷) ہوگا۔
فرض کرو کہ ب اور س پر دو کمیتیں ک، ک، ہیں۔ ان کا مرکز جاذبہ د ہوگا۔ پس ب اور س کی کمیتوں کی بجائے ہم د پر ایک کمیت ۲ک، لے سکتے ہیں۔
چونکہ ا ج = ۲ ج د ∴ ک، × ا ج = ۲ک، × ج د
پس ا پر ک، اور د پر ۲ک، کا مرکز جاذبہ ج ہوگا۔ اس لئے ا، ب، س پر رکھی ہوئی کمیتوں ک، ک، ک، کا مرکز جاذبہ بھی ج ہوگا۔

شکل ۱۱۷

(۵) <u>مثلث کی شکل میں تین یکساں سلاخوں کا مرکز جاذبہ</u>:- فرض کرو کہ اب، ب س، س ا تین سلاخیں ہیں (شکل ۱۱۷) فرض کرو کہ ان کے طول ا، ب، س، ہیں۔ ان کی کمیتیں بھی ان طولوں کے متناسب ہوں گی۔
سلاخوں کو د، ی، ف پر تنصیف کرو، تو د، ی، ف، اپنی اپنی سلاخوں کے مرکز جاذبہ ہوں گے۔ اب گویا سلاخوں کی

کمیتیں د، ی، ف پر مرتکز ہو گئی ہیں۔ اس لئے مسئلہ بالا کی رو سے ان کمیتوں کا مرکز جاذبہ ح ہ، ی و، ن ف کا نقطہ تقاطع یعنی ج ہو گا۔

(۶) دائری پتر کا مرکز جاذبہ:۔ دائری پتر کا مرکز جاذبہ ظاہر ہے کہ پتر کے ہندسی مرکز پر ہوگا۔ کیونکہ ہم دائرے کو ہر قطر پر واقع ذروں میں تقسیم کر سکتے ہیں۔ ہر قطر کا مرکز جاذبہ دائرے کا مرکز ہوگا۔ اس لئے کل دائرے کا مرکز جاذبہ اس کا ہندسی مرکز ہو گا۔

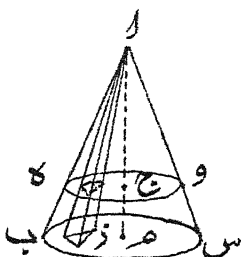
اسی طرح اگر یکساں ٹھوس کرہ ہو تو اس کا مرکز جاذبہ اس کا مرکز ہو گا۔ اسی طرح مکعب کا مرکز جاذبہ بھی مکعب کے مرکز پر ہو گا۔

(۷) ذوا ربعۃ السطوح کا مرکز جاذبہ:۔ کسی ذوا ربعۃ السطوح کا مرکز جاذبہ اس خط پر ہوتا ہے جو کسی راس کو مقابل کے رُخ کے مرکز جاذبہ سے ملاتا ہے اور راس سے $\frac{3}{4}$ طول خط پر ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ذوا ربعۃ السطوح ا ب س د ہے (شکل ۱۳۱)۔ اس کو قاعدے کے متوازی پتروں میں تقسیم کرو۔ تو ہر پتر کا مرکز جاذبہ اس نقطہ پر ہوگا جہاں راس کو قاعدے کے مرکز جاذبہ سے ملانیوالا خط اسکو قطع کرے گا۔ بنا بریں پورے ذوا ربعۃ السطوح کا مرکز جاذبہ اس خط پر ہو گا۔

شکل ۱۳۱

فرض کرو کہ ب س د کا مرکز جاذبہ = ہ اور س ن = ن د
تو ذوا ربعۃ السطوح کا مرکز جاذبہ ا ہ پر ہو گا۔

اسی طرح اگر ا س د کا مرکز جاذبہ = و تو ذوا ربعۃ السطوح کا مرکز جاذبہ ب و پر ہو گا۔
پس مطلوبہ مرکز جاذبہ ا ہ، ب و کے نقطہ تقاطع ج پر ہو گا۔

ہ و کو ملاؤ۔ ب ہ = ۲ ہ ن اور ا و = ۲ و ن ∴ ہ و متوازی ہے ا ب کے۔

پس متشابہ مثلثوں سے ا ج : ج ہ = ا ب : ہ و = ا ن : و ن = ۳ : ۱

(۸) مخروط یا ہرم کا مرکز جاذبہ:۔ اوپر کے مسئلہ سے یہ بھی واضح ہوتا ہے کہ مخروط یا ہرم کا مرکز جاذبہ اس خط پر ہوتا ہے جو راس کو قاعدہ کے مرکز جاذبہ سے ملاتا ہے اور راس سے $\frac{3}{4}$ طول خط پر ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ ا ب س (شکل ۱۴۱) ایک قائم مخروط ہے۔ اس کو قاعدے کے متوازی دائری پتروں میں تقسیم کرو تو اس کا مرکز جاذبہ خط ا م پر ہو گا۔ ا ذ کی طرح کے

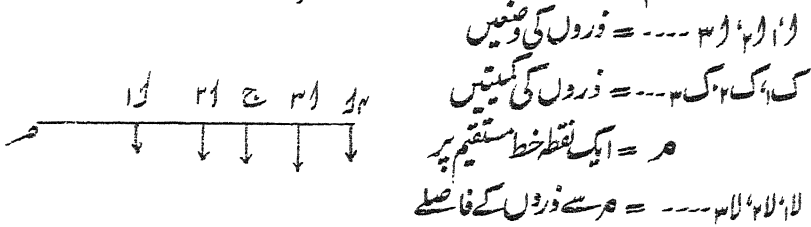
شکل ۱۴۱

ذوارنبة السطوح میں تقسیم کر دینے سے بھی واضح ہوگا کہ ہر ذوارنبة السطوح کا مرکز جاذبہ مستوی ہ و میں ہوگا، جو تا عدے کے متوازی ہوگا اور جو اب ۔ اس کو ۳ : ۱ کی نسبت میں قطع کرے گا۔

پس مطلوبہ مرکز جاذبہ ج پر ہوگا جو اس مستوی سے ا مر کا نقطہ تقاطع ہے۔

نوٹ:۔ چونکہ مثلثی اور دوسری شکلوں کے پتر لئے جاتے ہیں اس لئے اُن کا وزن نہیں ہوتا اور اس لئے اُن کا مرکز جاذبہ بھی نہیں ہوتا۔ لیکن رواج یہ ہے کہ رقبوں اور خطوں کے مرکز جاذبہ بھی کئے جاتے ہیں۔ ایسی صورت میں رقبہ ایک یکساں تختی کے مرادف ہوتا ہے اور خط ایک یکساں تار کے۔

مرکز جاذبہ از روئے حساب: ہم اکثر صورتوں میں حساب لگا کر بھی مرکز جاذبہ دریافت کر سکتے ہیں، چنانچہ ہم یہاں دو صورتوں سے بحث کریں گے:۔

(۱) **ایک خط مستقیم میں متعدد ذروں کا مرکز جاذبہ**:۔ فرض کرو کہ حسب شکل ۱۵

ا۱، ا۲، ا۳ ---- = ذروں کی وضعیں

ک۱، ک۲، ک۳ ---- = ذروں کی کمیتیں

مر = ایک نقطہ خط مستقیم پر

لا۱، لا۲، لا۳ ---- = مر سے ذروں کے فاصلے

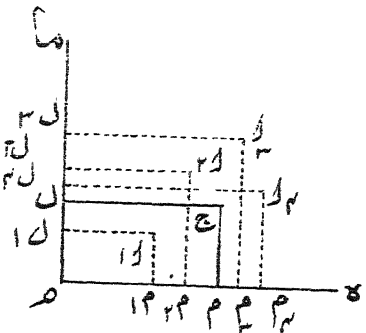
ج = مرکز جاذبہ مطلوبہ

شکل ۱۵

تو ا۱، ا۲ --- پر عمل کرنے والی اور ک۱، ک۲ ---- کے متناسب متوازی قوتوں کے حاصل کا نقطہ عمل ج ہوگا۔ اب مر کے گرد معیار اثر لینے سے

(ک۱ + ک۲ + ک۳ + ...) مر ج = ک۱ لا۱ + ک۲ لا۲ + ک۳ لا۳ + ----

$$\therefore \text{مر ج} = \frac{\text{ک}_1\text{لا}_1 + \text{ک}_2\text{لا}_2 + \text{ک}_3\text{لا}_3 + \cdots}{\text{ک}_1 + \text{ک}_2 + \text{ک}_3 + \cdots} = \frac{\Sigma\,\text{ک لا}_1}{\Sigma\,\text{ک}_1}$$

(۲) **کسی مستوی میں متعدد ذروں کا مرکز جاذبہ**:۔ فرض کرو کہ حسب شکل ۱۶

مر = مستوی میں ثابت ایک نقطہ۔

مر ہ، مر ما = دو علی القوائم خطوط جو مر پر ملتے ہیں۔

ا۱، ا۲، ا۳، ا۴ ---- = ذروں کی وضعیں۔

ک۱، ک۲، ک۳، ک۴ = " " کمیتیں۔

ا۱ م۱، ا۲ م۲، --- = مر ہ پر عمود۔

شکل ۱۶

ا ل۱، ا۲ ل۲ ۔۔۔۔۔ = مرما پر عمود

ا ل۱ = لا۱، ا۲ ل۲ = لا۲ ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔

ا م۱ = ما۱، ا۲ م۲ = ما۲ ۔۔۔۔۔۔۔۔۔۔

ج = مرکز جاذبہ مطلوبہ

ج ل = لا = مرہ پر عمود، ج م = ما = مرما پر عمود۔

فرض کرو کہ قوتیں ذروں پر کاغذ کے مستوی کے علیٰ القوائم عمل کر رہی ہیں۔ حاصل کا نقطہ عمل ایک ہی رہے گا، بشرطیکہ تمام قوتیں متوازی رہیں۔ پس مرما کے گرد معیار اثر لینے سے

(ک۱ + ک۲ + ک۳ + ۔۔۔) ج ل = ک۱ × ا۱ ل۱ + ک۲ × ا۲ ل۲ + ۔۔۔۔

پس ج ل = لا = $\frac{ک_۱ لا_۱ + ک_۲ لا_۲ + ۔۔۔}{ک_۱ + ک_۲ + ۔۔۔}$ = $\frac{\sum (ک لا)}{\sum (ک)}$

اسی طرح مرہ کے گرد معیار اثر لینے سے

(ک۱ + ک۲ + ک۳ + ۔۔۔) ج م = ک۱ × ا۱ م۱ + ک۲ × ا۲ م۲ + ۔۔۔۔

پس ج م = ما = $\frac{ک_۱ ما_۱ + ک_۲ ما_۲ + ۔۔۔}{ک_۱ + ک_۲ + ۔۔۔}$ = $\frac{\sum (ک ما)}{\sum (ک)}$

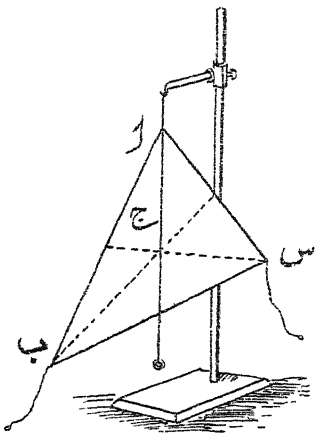
ان دونوں مساواتوں سے ج کا محل معلوم ہو سکتا ہے۔

مرکز جاذبہ از روئے تجربہ ہم مستوی پتروں کے مرکز جاذبہ تجربے سے بھی دریافت کر سکتے ہیں۔ چنانچہ فرض کرو کہ ایک جسم ا ب س ہے (شکل ۷۷) اس کے نقطہ ا پر ڈورا باندھکر اسے لٹکا دو۔ اسی سہارے سے ایک شاقول بھی لٹکا دو۔ اس کی مدد سے ایک انتصابی خط ا ج کھینچو، تو مرکز جاذبہ اس خط پر ہوگا بشرطیکہ پتر پتلا ہو۔

اب کسی دوسرے نقطہ ب سے لٹکا کر خط ب ج حاصل کرو تو مرکز جاذبہ اسی خط پر بھی ہوگا۔

پس مطلوبہ مرکز جاذبہ ان ہر دو کا نقطہ تقاطع یعنی ج ہے۔

اس کی تصدیق کے لئے بقیہ نقطہ ج سے لٹکا کر دیکھو کہ س والا خط ج میں سے گزرتا ہے یا نہیں۔

شکل ۷۷

اس طرح مثلثی پتر ہو یا مربع یا دائری سب کا مرکز جاذبہ دریافت ہو سکتا ہے۔ اگر بجائے پتر کے فریم ہو تو بھی اس کا مرکز جاذبہ اس طرح دریافت ہو سکتا ہے۔ البتہ

جسم ٹھوس ہو تو اس کا مرکز جاذبہ اس طریقہ سے نہیں دریافت کیا جاسکتا کیونکہ ایسے جسم کا مرکز جاذبہ نقطہ تعلیق کے عین نیچے ہوتا ہے اور ہم اس نقطہ تک پہنچ نہیں سکتے۔

مرکز جاذبہ کے مسائل | مرکز جاذبہ کے متعلق ہم ذیل میں دو مسائل درج کرتے ہیں جن سے اکثر صورتوں میں بہت سہولت پیدا ہوتی ہے:-

(۱) ایک جسم دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ ہر ایک حصہ کا مرکز جاذبہ معلوم ہے۔ کل جسم کا مرکز جاذبہ معلوم کرنا:-

فرض کرو کہ و۱ و۲ = ہر دو حصوں کے وزن

ج۱ ج۲ = ہر دو حصوں کے مرکز جاذبہ

ج۱ ج۲ کو ملاؤ (شکل ۵۷) تو

و۱ × ج ج۱ = و۲ × ج ج۲

شکل ۵۷

پس ج۱ پر و۱ اور ج۲ پر و۲ کا مرکز جاذبہ ج ہوا، اس لئے یہی مطلوبہ مرکز جاذبہ ہے۔ اوپر کی مساوات میں و۱ × ج ج۲ جمع کر دینے سے

و۱ × ج ج۱ + و۱ ج × ج ج۲ = و۲ ج ج۲ + و۱ ج ج۲

$$\text{پس}\quad \text{ج ج۲} = \frac{\text{و۱ ج۱ ج۲}}{\text{و۱ + و۲}}$$

$$\text{اور}\quad \text{ج ج۱} = \frac{\text{و۲ ج۱ ج۲}}{\text{و۱ + و۲}}$$

(۲) ایک جسم اور اس کے ایک حصہ کا مرکز جاذبہ معلوم ہو تو بقیہ حصہ کا مرکز جاذبہ معلوم کرنا:-

فرض کرو کہ جسم کا وزن = و اور اس کا مرکز جاذبہ = ج

ایک حصہ کا وزن = و۱ 〃 〃 〃 = ج۱

ج ج۱ کو ملاؤ (شکل ۵۸) اور ج۱ ج خارج شدہ میں ایک نقطہ ج۲ ایسا لو کہ

و × ج ج۲ = و۱ × ج۲ ج۱

تو ج۲ مطلوبہ نقطہ ہوگا۔

اس مساوات میں ہر دو و۱ × ج۱ ج۲ تفریق کرنے سے

(و - و۱) ج ج۲ = و۱ (ج۱ ج۲ - ج ج۲) = و۱ × ج۱ ج۲

و۲ × ج ج۲ = و۱ × ج۱ ج۲

پس ج۱ پر و۱ اور ج۲ پر (و - و۱) کا مرکز جاذبہ ج ہوگا۔ لیکن چونکہ و۲ = و - و۱
اس لئے اس کا مرکز جاذبہ ج۲ ہوگا۔

جسموں کے توازن | ہم اس سے پیشتر ذکر کر چکے ہیں کہ ایک جسم جب آویزاں ہوتا ہے تو اسکا توازن کب قائم ہوتا ہے اور کب غیر قائم۔ لیکن بعض صورتیں ایسی ہوتی ہیں کہ ایک جسم حالت توازن میں ہوتا ہے اور اگر اس کو اس حالت سے ہٹا دیا جائے تو بھی وہ توازن میں رہتا ہے۔ ایسی حالت کو تعدیلی توازن کہتے ہیں۔ پس توازن کی تین قسمیں ہوئیں۔ قائم، غیر قائم اور تعدیلی۔ ہم یہاں تینوں حالتوں کی تعریفیں درج کرتے ہیں:-

ایک جسم قائم توازن میں اس وقت ہوتا ہے جبکہ وہ کسی قدر ہٹائے جانے پر اپنی اصلی وضع پر واپس آجائے۔ مثلاً ایک مکعب جو ایک رُخ پر رکھا ہوا ور ایک مخروط جو اپنے قاعدہ پر رکھا ہو۔

ایک جسم غیر قائم توازن میں اسوقت ہوتا ہے جبکہ اپنی اصلی وضع سے ہٹائے جانے پر وہ اس سے دور ہوتا جائے۔ مثلاً ایک مخروط جو نوک پر متوازی ہو یا ایک انڈا جو اپنے کنارے پر قائم ہو۔

ایک جسم تعدیلی توازن میں اس وقت ہوتا ہے جبکہ تھوڑا سا ہٹانے پر نہ تو وہ اپنی اصلی وضع پر واپس آسکے اور نہ اس سے اور دور ہو جائے، مثلاً ایک مخروط جو اپنے پہلو پر رکھا ہو یا ایک کرہ جو ایک مستوی پر رکھا ہو۔

قائم توازن میں جسم کا مرکز جاذبہ اپنی پست ترین وضع میں ہوتا ہے اسلئے جسم کو ہٹانے کے معنی مرکز جاذبہ کو اُٹھانے کے ہیں۔ غیر قائم توازن میں اپنی بلند ترین وضع میں ہوتا ہے، اس لئے ہٹانے پر وہ اُتر آنے کا متقاضی ہوتا ہے۔ تعدیلی توازن میں مرکز جاذبہ نہ اوپر اُٹھتا ہے اور نہ نیچے اُترتا ہے۔

سکونی توازن اور توانائی بالقوہ | سکونی قیام پذیری کو ہم توانائی کی اضافت سے بھی بیان کر سکتے ہیں۔ اگر کوئی جسم ایسی وضع میں ہو کہ اس کی توانائی بالقوہ یا تو اعظم ہو جائے یا اقل، تو وہ توازن میں ہوگا۔ اگر توانائی بالقوہ اعظم ہے تو ہر خلل ایک جنبش پیدا کر دیگا جو ابتدائی پیدا شدہ نقل مکان کو بڑھا دینا چاہیگا۔ بالفاظ دیگر اگر توانائی بالقوہ اعظم ہوگی تو جسم کا توازن غیر قائم ہوگا۔

لیکن اگر توانائی بالقوہ کی قیمت اقل ہے تو ہر خلل سے رجعی قوتیں پیدا ہو جائیں گی اور جسم اپنی توازنی وضع میں واپس آجائیگا۔ بالفاظ دیگر اگر توانائی بالقوہ اقل ہوگی تو جسم کا توازن قائم ہوگا۔

جب جسم تعدیلی توازن میں ہوتا ہے تو اسکی توانائی بالقوہ ہر چھوٹے نقل مکان کیلئے مستقل رہتی ہے۔

حرکی توازن | ایک متحرک جسم کا توازن ایسی وضع میں قائم، ہو سکتا ہے جسمیں وہ بحالت سکون

غیر قائم توازن میں ہوتا۔ ایسی صورت میں قیام پذیری کا انحصار جسم کی حرکت پر ہوتا ہے اور پھر کہتے ہیں کہ جسم حرکی توازن کی حالت میں ہے۔

حرکی توازن کی مثالیں بہت سی مل سکتی ہیں۔ مثلاً سائیکل سوار کی حرکت۔ مرکز گریزی ریلوے کی گاڑی وغیرہ۔ اکثر صورتوں میں قیام پذیری جسم کی حرکت کیوجہ سے پیدا شدہ مرکز گریز قوتوں کی وجہ سے ہوتی ہے۔

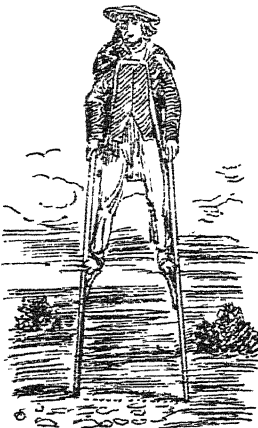
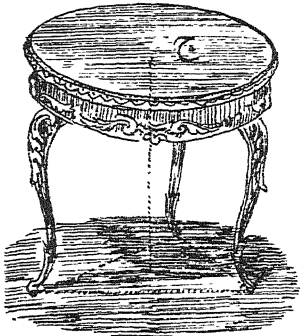
ایسی صورتیں بھی ہوسکتی ہیں جنمیں متحرک جسم غیر قائم توازن میں ہو درانحالیکہ بحالت سکون اس کا توازن قائم ہوتا۔ مثلاً کوئی گاڑی تیز رفتاری سے کسی خم پر سے گزر رہی ہو۔ اس قیام ناپذیری کا سبب بھی مرکز گریز قوت ہوتی ہے۔

شکل ۷۹

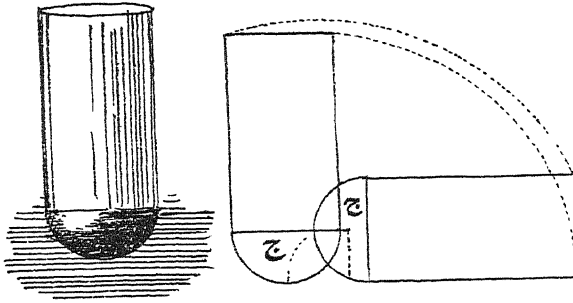
توضیحی مثالیں (۱) اگر کسی چھڑی کو ایک انگلی پر سہارا جائے تو ظاہر ہے کہ جسم کیلئے ایک ہی نقطہ سہارے کا ہوگا۔ بنابریں توازن کیلئے مرکز جاذبہ کو یا تو اس نقطہ پر ہونا چاہیئے یا پھر انتصاباً اوپر یا نیچے۔ شکل ۷۹ میں مرکز جاذبہ ج پر ہے۔ جس کا محل سہارے کے نقطہ کے عین اوپر ہے۔ جب چھڑی انتصابی نہیں رہتی تو اس کا مرکز جاذبہ اُتر جاتا ہے اس لئے چھڑی گر پڑتی ہے۔ اگر سہارے کے نقطے کو پھر نیچے کر دیا جائے تو چھڑی گرنے کی بجائے سنبھل جائیگی، چھوٹی کے مقابلے میں لمبی چھڑی کا سنبھالنا زیادہ آسان ہے کیونکہ لمبی چھڑی کے مرکز جاذبہ کو سہارے کے نقطے سے نیچے ہونے کے لئے کافی مدت درکار ہوتی ہے اور اس عرصہ میں چھڑی سنبھالی جا سکتی ہے۔

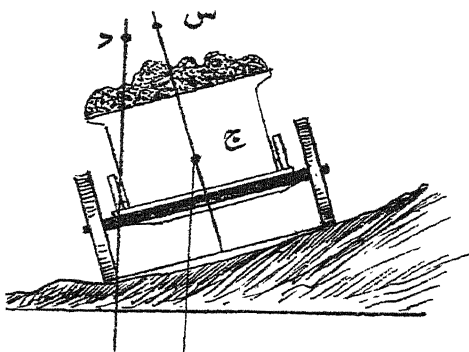
(۲) اگر جسم دو سہاروں پر قائم ہے یعنی اس کے سہارے کے نقطے دو ہوں تو توازن کے لئے ضروری نہیں کہ مرکز جاذبہ ان دونوں میں سے کسی ایک نقطہ پر منطبق ہو جائے یا عین اوپر یا نیچے ہو، اس کے لئے اتنا کافی ہے کہ ان دونوں نقطوں کو ملانے والے خط کے عین اوپر یا نیچے ہو۔ چنانچہ نٹ یا بازیگر بلیا کھیل (شکل ۸۰) پر جو تماشہ دکھلاتے ہیں اس میں توازن کی یہی صورت ہوتی ہے۔

شکل ۸۰

(۳) اگر جسم تین یا چار سہاروں پر قائم ہو جیسا کہ

شکل ۸۱ میں ہے تو ایسی صورت میں توازن کے لئے اتنا ہی کافی ہے کہ مرکز جاذبہ سے انتصابی خط اس شکل میں گزرے جو تینوں نقطوں سے بنی ہو۔ ایسی صورت میں جاذبہ کا عمل یہ ہوتا ہے کہ جسم زمین پر اور زیادہ مضبوطی سے قائم ہو جاتا ہے۔

شکل ۸۱

(۴) اگر گودے یا کارک کا ایک اسطوانہ لیا جائے اور اس کے نیچے سیسے کی آدھی گولی لگادی جائے (شکل ۸۲) تو اس اسطوانہ کو جس وضع میں بھی ہٹایا جائیگا وہ اپنی اصلی وضع پر واپس آجائیگا۔ کارک کا اسطوانہ ضروری نہیں۔ ایسے اسطوانے کاغذ کے بنے ہوئے بازار میں کھلونے کے طور پر ملتے ہیں جنمیں گولی کی بجائے مٹی سے ان کو بھاری کیا جاتا ہے۔ شکل سے واضح ہے کہ مرکز جاذبہ جب اپنی جگہ سے ہٹایا جاتا ہے تو جلد واپس آجاتا ہے اور اپنے ساتھ اسطوانہ کو بھی لیتا آتا ہے۔

شکل ۸۲

(۵) اگر کسی چھکڑے یا گاڑی میں کچھ بوجھ لدا ہو اور بوجھ زمین سے کسی قدر بلندی پر ہو تو بوجھ کا مرکز جاذبہ بھی بلند ہوگا۔ اگر بوجھ کے مرکز جاذبہ میں سے انتصابی خط گاڑی کے پہیوں کے اندر آکر گرے تو گاڑی نہیں اُلٹے گی۔ لیکن اگر گاڑی ایسی سڑک پر چل رہی ہے جو ایک طرف اونچی ہے تو ایک پہیہ دوسرے سے اونچا ہو جائے گا۔ اور مرکز جاذبہ والا خط اس نقطہ کے قریب پہنچ جاتا ہے جہاں پہیہ زمین کو مس کرتا ہے۔ اگر پہیہ اس سے زیادہ اونچا ہو جائے تو جاذبی خط پہیوں

شکل ۸۳

کے باہر جا پڑے گا اور اس لئے گاڑی الٹ جائے گی۔ اس سے بچنے کی یہ صورت ہے کہ بوجھ کو جہاں تک ہو سکے زمین سے قریب تر رکھا جائے۔

(۶) اوپر جو صورتیں ہم نے لی ہیں اُن میں مرکز جاذبہ ایک ثابت نقطہ تھا، لیکن آدمیوں اور جانوروں کی صورت میں مرکز جاذبہ ہمیشہ بدلتا رہتا ہے جس کا انحصار آدمیوں اور جانوروں کے انداز اور اُن پر لدے ہوئے بوجھوں پر ہوتا ہے۔

اگر کسی آدمی پر کوئی بوجھ نہ ہو اور وہ سیدھا کھڑا ہو تو اس کا مرکز جاذبہ رانوں کی ہڈیوں کے درمیان واقع ہوتا ہے۔ لیکن اگر وہ بوجھ اٹھائے ہوئے ہو تو اس کا اپنا وزن بوجھ میں شامل ہو جائے گا۔ اس لئے ایک مشترک مرکز جاذبہ حاصل ہوگا جو نہ آدمی کا مرکز جاذبہ ہوگا اور نہ بوجھ کا۔

ایسی صورت میں اپنے آپ کو قائم رکھنے کے لئے آدمی کو اپنی وضع کچھ اس انداز سے بدلنا پڑتی ہے کہ اس کا مرکز جاذبہ اس کے پیروں سے بنے ہوئے قاعدے کے عین اوپر رہے، اسی لئے جب کوئی شخص پیٹھ پر بوجھ لادتا ہے تو اُسے آگے جھک جانا پڑتا ہے، اور جب ایک ہاتھ سے کوئی بوجھ اُٹھاتا ہے تو مخالف جانب اپنے جسم کو جھکا دیتا ہے۔ یہی کیفیت پہاڑ پر چڑھنے کی ہوتی ہے۔ چڑھتے وقت آدمی آگے کی طرف جھکتا ہے اور اُترتے وقت پیچھے کی طرف۔

اگر ہم کسی انتصابی دیوار کے پاس اس طرح کھڑے ہوں کہ ہمارا پیر اور ہماری ایک جانب دیوار سے دبے تو ہم اس ایک پیر پر کھڑے نہیں رہ سکتے، کیونکہ مرکز جاذبہ کو قاعدے کے عین اوپر رکھنے کی جو ہم کوشش کرتے ہیں اسکو دیوار کالعدم کر دیتی ہے۔

جو لوگ رسی یا تار پر چلتے یا ناچتے ہیں اُن کے لئے دقت صرف اتنی ہی رہتی ہے کہ مرکز جاذبہ رسی یا تار کے عین اوپر رہے اسی لئے ایسی صورت میں لوگ بانس یا چھتری وغیرہ کی قسم سے کوئی چیز اپنے ہاتھ میں رکھتے ہیں۔ جب وہ ایک طرف جھکنے لگتے ہیں تو بانس یا چھتری کو دوسری طرف مائل کر دیتے ہیں اس سے مرکز جاذبہ رسی سے ہٹنے نہیں پاتا۔

کشتی میں اگر بوجھ بہت اونچا لادا جائے یا آدمی اس میں کھڑا رہے تو اس کے اُلٹنے کا امکان زیادہ رہتا ہے۔

کسی جسم کو اُلٹنے کیلئے کام جتنا زیادہ ہوگا اتنا ہی وہ جسم قیام پذیر ہوگا۔ یہی وجہ ہے کہ ہرم کی شکل کا جسم زیادہ قائم ہوتا ہے۔ اور اسی وجہ سے پتھر یا لوہے کے مقابلے میں لکڑی کے مساوی الابعاد ستون جلد گر جاتے ہیں۔

چوپایہ جب چاروں پیروں پر کھڑا ہوتا ہے تو اس کے پورے جسم کے مرکز جاذبہ سے انتصابی خط اس مستطیل کے اوپر رہتا ہے جو اس کے چاروں پیروں سے بنتا ہے، اس لئے اس کا توازن بہت قائم ہوتا ہے۔ کوئی پرند اپنی گردن آگے بڑھائے تو اس کا مرکز جاذبہ بھی آگے کی طرف سرک جاتا ہے۔

چوپایوں کے مقابلے میں انسانوں کا توازن اتنا قائم نہیں ہوتا، وہ چلنا بھی دیر میں سیکھتے ہیں اور ہر وقت اپنے آپ کو سنبھالتے رہتے ہیں ورنہ ذرا سا بھی غفلت ہو تو وہ گر پڑتے ہیں۔

مشقی سوالات ۸

۱۔ ۵ پونڈ اور ۱۵ پونڈ کے دو وزن ۳ فٹ لمبی ایک ہلکی پتلی سلاخ سے ملے ہوئے ہیں، تو ۵ پونڈ وزن والے سرے سے مرکز جاذبہ کا فاصلہ دریافت کرو۔

فرض کرو کہ لا = مطلوبہ فاصلہ، تو دوسرے وزن کا فاصلہ = ۳ - لا

اس لئے مرکز جاذبہ کے گرد معیار اثر لینے سے ۵ لا = ۱۵(۳ - لا) ∴ لا = ۲٫۲۵ فٹ

۲۔ ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ اور ۵۰ گرام کی کمیتیں ایک خط مستقیم پر ۱۰ سمر کے فصل سے مرتب ہیں۔ پورے نظام کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

فرض کرو کہ ۱۰ گرام والی کمیت م پر ہے، تو جملہ کمیتوں کے فاصلے م سے علی الترتیب ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ سمر ہوں گے۔

فرض کرو کہ ج مرکز جاذبہ ہے، تو م کے گرد معیار اثر لینے سے

م ج (۱۰ + ۲۰ + ۳۰ + ۴۰ + ۵۰) = ۱۰ × ۰ + ۲۰ × ۱۰ + ۳۰ × ۲۰ + ۴۰ × ۳۰ + ۵۰ × ۴۰

م ج = ۴۰۰۰ / ۱۵۰ = ۲۶ ۲/۳ سمر

۳۔ ۱۰ انچ قطر کی لکڑی کی ایک گول قرص سے ۴ انچ قطر کا ایک گول سوراخ کاٹا جاتا ہے، سوراخ کنارے پر ہے۔ بقیہ حصہ کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

تشاکل سے اتنا معلوم ہے کہ بقیہ حصہ کا مرکز جاذبہ اس خط پر ہوگا جو قرص اور مقطوعہ حصے کے مرکز کو ملائیگا۔

فرض کرو کہ قرص کے مرکز سے مرکز جاذبہ کا فاصلہ = لا۔

مقطوعہ حصہ کا رقبہ = ۴π اور بقیہ کا = ۲۵π - ۴π = ۲۱π

اس لئے خط مرکز کو مطلوبہ مرکز جاذبہ رقبوں کے بالعکس تناسب میں تقسیم کر دیتا ہے۔

∴ لا / ۳ = ۴π / ۲۱π = ۲۴ / ۲۱ ∴ لا = ۴/۷ انچ

۴۔ ۱، ۲، ۴ گرام کے وزن ایک مثلث کے تینوں کونوں ا، ب، س پر رکھے جاتے ہیں۔ مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۵۔ ایک مربع کا ضلع ل ہے۔ اس کے وتر اس کو چار مثلثوں میں تقسیم کر دیتے ہیں۔ ایک مثلث کاٹ لیا جاتا ہے۔ بقیہ کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۶۔ ایک مربع کا ضلع ۲ل ہے۔ اس کے مقابل کے ضلعوں کو ملانے والے خط اس کو چار مربعوں میں تقسیم کر دیتے ہیں، ایک مربع کاٹ لیا جاتا ہے، بقیہ کا مرکز جاذبہ کہاں ہے؟

۷۔ ۴ سمر نصف قطر اور ۶ء۰ گرام (سمر)^3 کثافت والے ایک چوبی اسطوانہ میں ا سمر نصف قطر کا ایک اسطوانہ نما سوراخ کیا گیا ہے۔ دونوں اسطوانوں کے محور متوازی ہیں اور درمیانی فصل ۲ سمر ہے۔ اسطوانہ نما سوراخ میں ۴ء۱۱ گرام (سمر)^3 کثافت والا سیسہ بھر دیا گیا ہے۔ پوری شکل کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۸۔ ایک مربع کا ضلع ۲۰ سمر ہے۔ اس کے چاروں کونوں پر ۱۰، ۲۰، ۳۰ اور ۴۰ گرام کی کمیتیں رکھی ہیں اور مرکز پر ۵۰ گرام کی کمیت ہے۔ کل کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۹۔ ۱۰۰ گرام کی کمیت کو کہاں رکھنا چاہیئے تاکہ اوپر کے سوال میں بیان کردہ نظام کا مرکز جاذبہ مربع کے مرکز پر رہے؟

۱۰۔ ایک یکساں تار ا ب س مقام ب پر موڑا جاتا ہے جس سے زاویہ ا ب س = ۶۰°۔ اس کو ا سے لٹکایا جاتا ہے۔ ا ب کا طول = ل سمر۔ ب س کا طول دریافت کرو تاکہ جب کل حالت توازن میں ہو تو ب س افقی رہے۔

۱۱۔ ایک پتر مربع کی شکل میں ہے۔ اس کے ایک بازو میں مثلث متساوی الساقین لگا ہوا ہے۔ مربع کا ضلع ل ہے، مثلث کا ارتفاع 'ع' ہے۔ شکل کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔ اور ع کی قیمت دریافت کرو۔ اگر وہ مثلث کے قاعدے میں واقع ہو۔

۱۲۔ ایک مربع کے دو متصل ضلعوں کے وسطی نقطوں کے ملانے والے خط پر مربع کو کاٹا جاتا ہے۔ بقیہ حصّہ کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۱۳۔ ایک مربع کا ضلع ل ہے۔ ارتفاع 'ع' کا ایک مثلث متساوی الساقین مربع سے کاٹا جاتا ہے۔ مربع کا ضلع مثلث کا قاعدہ ہے۔ بقیہ کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

۱۴۔ ایک یکساں مثلثی پتر کے دو متصل بازوؤں کے وسطی نقطوں کو ملانے والے خط پر مثلث کو کاٹا جاتا ہے۔ بڑے حصے کا مرکز جاذبہ دریافت کرو۔

چودھواں باب

فرک یا رگڑ

فرک کی نوعیت جب لکڑی کے کسی بھاری کندے کو ہم میز پر سرکاتے ہیں تو ہم کو ایک مزاحمت کا احساس ہوتا ہے۔ میز اور کندے کی سطحوں کو بہت ملیس کر دیا جائے تو اس مزاحمت کی مقدار بہت کچھ کم ہو جاتی ہے۔ سطحوں کی نوعیت خواہ کچھ ہی کیوں نہ ہو حرکت کے خلاف یہ مزاحمت ہمیشہ کچھ نہ کچھ پائی جاتی ہے۔ اس مزاحمت کو فرک یا رگڑ کہتے ہیں۔

اکثر صورتوں میں جب کوئی جسم کسی سطح پر رکھا ہوتا ہے تو انکے درمیان قوت ہمیشہ سطح کے علی القوائم نہیں ہوتی۔ بلکہ اس کا ایک جز سطح کی سمت میں بھی ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں سطح کو ناہموار یا کھردری سطح کہتے ہیں اور سطح کی سمت میں جز قوت کو فرک کہتے ہیں۔ بنابریں ہم فرک کی حسب ذیل تعریف کر سکتے ہیں :-

تعریف :- جب کوئی جسم کسی کھردری سطح سے تماس میں ہوتا ہے اور عاملہ قوت کا ایک جز سطح کی سمت میں ہوتا ہے تو ایک قوت بروئے کار آتی ہے جس کا اقتضا اس جز کی تعدیل اور حرکت کی مخالفت ہوتی ہے اس قوت کو فرک کہتے ہیں۔

فرک کی سمت سطح کے متوازی تحویل شدہ قوتوں کے جز کے خلاف ہوتی ہے یعنی اس سمت کے خلاف جس میں فرک کے نہ ہونے کی صورت میں حرکت واقع ہوتی۔

فرک کی قسمیں فرک ہمیشہ حرکت کی مخالفت کرتی ہے خواہ کسی سمت میں ہو۔ وہ کسی جسم کو آگے یا پیچھے کی طرف ڈھکیلتی نہیں۔ اسمیں اقتضا صرف حرکت کو روک دینے کا ہوتا ہے، جس سے جسم کا حرکت کرنا زیادہ مشکل ہو جاتا ہے۔ کسی جسم کی حرکت کو برقرار رکھنا اتنا مشکل نہیں جتنا اس کو حرکت میں لانا۔ بدیں وجہ فرک کی دو قسمیں ہوتی ہیں۔ ایک حرکی فرک دوسرے سکونی فرک ۔ حرکی فرک کی مقدار سکونی فرک سے ہمیشہ کم ہوتی ہے۔

کلیات فرک جب دو جسم ایک دوسرے کو مس کرتے ہیں تو اُن کے درمیان سطح مشترک کے علی القوائم قوت کو دو جسموں کے درمیان عمادی قوت کہتے ہیں۔ اگر دونوں میں سے ایک جسم ثابت ہو اور دوسرے پر ایک قوت سطح تماس کے متوازی عمل کرے تو عاملہ قوت کے ایک خاص انتہائی قیمت سے کم ہونے کی

صورت میں سطح پر کوئی لغزش واقع نہ ہوگی۔ ان حالات میں فرک کی قوت عاملہ قوت کی تعدیل کر دیتی ہے۔

اگر عاملہ قوت کو بڑھا دیا جائے تو ایک وقت ایسا آئیگا کہ ایک جسم دوسرے جسم پر عین پھسلنے کی حالت میں ہوگا۔ اگر عاملہ قوت اس قیمت سے بڑھ جائے تو لغزش فوراً واقع ہو جائے گی۔ بنابریں جب لغزش کا عین آغاز ہوتا ہے اس وقت عاملہ قوت کی قدر کو ہر دو سطحوں کے درمیان انتہائی فرک کہتے ہیں۔ اگر عمادی قوت سے سطحوں میں قابل لحاظ بگاڑ نہ واقع ہو تو انتہائی فرک کا انحصار صرف عمادی قوت اور متماس سطحوں کی نوعیت پر ہوتا ہے، اور رقبۂ تماس سے اُس کو تعلق نہیں ہوتا۔

جب ایک مرتبہ لغزش کا آغاز ہو جائے تو حرکت کو برقرار رکھنے کے لئے عاملہ قوت حرکت میں لانے والی قوت سے کم ہوتی ہے یعنی لغزشی فرک انتہائی فرک سے کسی قدر کم ہوتی ہے۔

مذکورۂ بالا امور کی بناء پر فرک کے حسب ذیل کلیے تسلیم کئے جاتے ہیں:۔

پہلا کلیہ:۔ جب دو جسم ایک دوسرے سے تماس میں ہوں تو اُن میں سے ایک پر فرک کی سمت نقطہ تماس پر اس سمت کے مخالف ہوتی ہے جس میں نقطہ تماس حرکت کرتا۔

دوسرا کلیہ:۔ تعادل کی حالت میں فرک کی قدر جسم کو حرکت سے باز رکھنے کیلئے بالکل کافی ہوتی ہے۔

تیسرا کلیہ:۔ جب ایک جسم دوسرے جسم پر عین لغزش کرنے کو ہوتا ہے تو تعادل کو انتہائی تعادل اور فرک کو انتہائی فرک کہتے ہیں۔

یہ انتہائی فرک عمادی قوت کے ساتھ ہمیشہ ایک مستقل نسبت میں ہوتی ہے۔ اس نسبت کا انحصار جسموں کے مادوں پر ہوتا ہے۔

چوتھا کلیہ:۔ جب تک عمادی قوت میں کوئی تغیر واقع نہ ہو اس وقت تک انتہائی فرک متماس سطحوں کی شکل اور وسعت کے تابع نہیں ہوتی۔

پانچواں کلیہ:۔ جب ایک جسم کے دوسرے جسم پر لغزش کرنے سے حرکت کا آغاز ہوتا ہے تو فرک کی سمت حرکت کی سمت کے خلاف ہوتی ہے، فرک کی قدر رفتار کے تابع نہیں ہوتی، لیکن عمادی قوت سے فرک کی نسبت اس نسبت سے قدرے کم ہوتی ہے جبکہ جسم ساکن ہوتا ہے اور عین حرکت کرنے کو ہوتا ہے۔

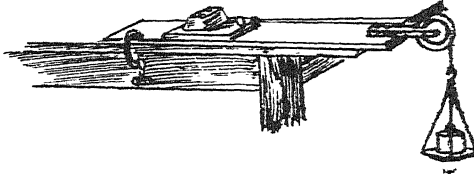
فرک کی شرح | اگر دو جسم تماس میں ہوں اور اُن کے درمیان عمادی قوت = ع ہو تو ایک جسم دوسرے جسم پر لغزش نہ کرے گا تاوقتیکہ ایک قوت "ق" سطح تماس کے متوازی عمل نہ کرے۔ نسبت $\frac{\text{ق}}{\text{ع}}$ کو انتہائی یا سکونی فرک کی شرح کہتے ہیں۔ اسکو بالعموم مبلا سے تعبیر کرتے ہیں ∴ مبلا = $\frac{\text{ق}}{\text{ع}}$

اگر ایک جسم دوسرے پر پھسلنے لگے تو پھر ایک قوت ق۱ اس حرکت کو قائم رکھے گی۔ نسبت $\frac{\text{ق}_1}{\text{ع}}$ کو

لغزشی یا حرکی فرک کی شرح کہتے ہیں۔ اس کو م۲ سے تعبیر کریں تو م۲ = ق۱/ع

ہر دو صورتوں میں ہم نے دیکھا کہ فرک کی شرح = فرکی قوت / جسموں کو باہم دبانے والی قوت

تجربہ :- ان ہر دو شرحوں کو ہم تجربے سے بآسانی دریافت کر سکتے ہیں۔

شکل ۸۴

(۱) سکونی فرک کی شرح :- میز پر جس کی سطح افقی اور چکنی ہو لکڑی کی ایک چوڑی پٹڑی رکھو، جس کے ایک سرے پر ایک چرخی لگی ہو۔ اس پٹڑی پر لکڑی کا ایک کندہ یا ڈبہ رکھو، اس پر ایک وزن رکھو۔ کندے کے ایک بازو سے ڈورا باندھکر چرخی پر سے گزارو اور اس کے دوسرے سرے پر ایک پلڑا باندھکر ایک وزن اس میں رکھو۔ پلڑے میں مختلف وزن رکھکر دریافت کرو کہ کونسا وزن ایسا ہے جس سے کندہ عین حرکت کرنے کی حالت میں آجاتا ہے۔ پس اگر

پلڑے پر وزن + پلڑے کا وزن = پ

کندے پر وزن + کندے کا وزن = و

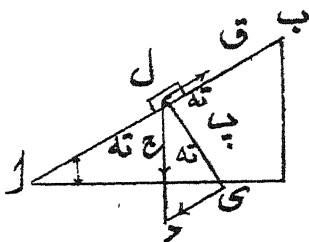
تو مطلوبہ سکونی فرک کی شرح = پ/و

(۲) حرکی فرک کی شرح :- اس کے لئے بھی تجربہ حسب سابق انجام دیا جائیگا۔ لیکن پلڑے میں وزن ایسا رکھا جائے گا جس سے کندے پٹڑی کو ذراسی جھٹکی دینے پر حرکت کرنے لگے لیکن اسمیں اسراع پیدا نہ ہو۔ پس حسب سابق

حرکی فرک کی شرح = پَ/و

(۳) کلیوں کی تصدیق :- جو کلیے ہم نے اوپر بیان کئے ہیں وہ سب تجربی ہیں۔ ان کی تصدیق مذکورہ بالا تجربوں کی طرح بآسانی ہو سکتی ہے۔ مختلف حالات میں فرک کی شرح دریافت کرنے سے سب کلیوں کی تصدیق کی جا سکتی ہے۔

شکل ۸۵

سطح مائل پر فرک | فرض کرو کہ ا ب (شکل ۸۵) ایک تختہ ہے جس پر ایک بلاک ل ہے۔ فرض کرو کہ یہ تختہ ایسے زاویہ تہ پر مائل ہے کہ اگر بلاک کو ایک مرتبہ حرکت میں لایا جائے تو وہ یکساں رفتار سے سطح پر پھسلنا شروع کر دے گا۔

اگر و = ج ح = بلاک کا وزن، تو سطح کے متوازی اور علی القوائم وزن کے اجزا ح ی اور ج ی ہوں گے۔ بلاک اور سطح کے درمیان فرک ق سطح کے متوازی ہے۔

اور حرکت کے مخالف ہے یعنی ح ی کے مخالف ہے۔ چونکہ بلاک میں اسراع نہیں ہے اس لئے سطح کی سمت میں ہر دو جہتوں کی قوتیں مساوی ہیں۔

∴ ق = ح ی = و جب تہ

سطح کے علی القوائم قوت = پ = ج ی = و جم تہ

∴ فرک کی شرح = ق/پ = و جب تہ / و جم تہ = مس تہ

پس وہ زاویہ جس پر بلاک ایک مرتبہ چلائے جانے پر یکساں رفتار سے سطح پر پھسلنے لگے اسکا مماس فرک کی شرح کے عدداً مساوی ہو گا۔

اس علاقہ سے زاویہ کی جو قیمت حاصل ہوتی ہے اس کو زاویہ تسکین کہتے ہیں۔ اسی کو زاویہ فرک بھی کہتے ہیں۔

تجربہ | سطح مائل پر فرک کی شرح دریافت کرنے کیلئے ایسی پٹڑی استعمال کیجاتی ہے جس کی گردش ایک پیمانہ پر پڑھی جاسکے۔ اس پر افقی وضع ایک بلاک رکھا جاتا ہے اور پھر پٹڑی کو اتنا اٹھایا جاتا ہے کہ بلاک پھسلنے لگے۔ اس وقت جو زاویہ پٹڑی اور افقی میں بنتا ہے اس کا مماس مطلوبہ شرح فرک ہے۔

گرداں فرک | جب کوئی ٹھوس کسی سطح پر لڑھکتا ہے تو فرک کی قیمت اس فرک سے کم ہوتی ہے جو پھسلنے کی صورت میں پیدا ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ کسی بوجھ کو اٹھانے لیجانے کے لئے گاڑی میں پہیے لگا دیے جاتے ہیں۔ اس صورت میں بھی گاڑی کے پہیوں اور سڑک کے درمیان رگڑ ہوتی ہے، ساتھ ہی دھرے اور پہیے کے درمیان بھی رگڑ ہوتی ہے۔ اسی رگڑ کو کم کرنے کے لئے گولی ٹیک یا بیلن ٹیک استعمال کی جاتی ہے۔ اب دھرا پہیے کے مرکز میں پھسلتا نہیں۔ بلکہ پہیے کا مرکزی حصہ دھرے پر گویا لڑھکتا ہے۔ اس لئے بجائے لغزشی فرک کے گرداں فرک پیدا ہوجاتی ہے جو قدرے کم ہوتی ہے۔ جب کسی گاڑی کا پہیا کسی ہموار راستے پر (شکل ۸۶) لڑھکتا ہے تو وہ نقطہ تماس پر کسی قدر چپٹا ہو جاتا ہے اور راستے میں بھی ایک قعر سا پیدا کر دیتا ہے۔ پہیا جب لڑھکتا ہے تو اس کو اس قعر میں سے نکلنا پڑتا ہے اس کے لئے مزید قوت کی ضرورت ہوتی ہے یہی گرداں فرک ہے۔ اگر سڑک فولاد کی بنی

شکل ۸۶

ہوتی تو یہ قعر ناقابل لحاظ ہوتا، لیکن جیسی سڑکیں بنتی ہیں اُن میں بہت کافی ہوتا ہے۔ اگر پہیوں میں چوڑے ٹائر لگائے جائیں تو قعر اتنا زیادہ نہیں ہوتا۔

فرک کے فوائد اور نقصان | رگڑ کی وجہ سے ہم کو فائدے بھی پہنچتے ہیں اور نقصان بھی۔ فائدے تو یہ ہیں کہ فرک نہ ہو تو نہ تو آدمی حرکت کر سکیں نہ جانور، نہ گاڑی نہ ریل، فرک نہ ہو تو ایک مشین سے دوسری مشین میں حرکت نہ منتقل کی جا سکے۔ فرک نہ ہو تو نہ کوئی کتاب میز پر رہ سکے نہ کوئی کیل گاڑی جا سکے اور نہ ہم اپنے ہاتھ میں کسی چیز کو گرفت کر سکیں۔ فرک نہ ہو تو نہ کوئی گرہ باندھی جا سکے اور نہ کوئی کپڑا بنا جا سکے۔ یہ فرک ہی کی بدولت ہے کہ ہم روئی یا سن سے ڈورے یا رسیاں بنا سکتے ہیں۔ فرک ہی کی وجہ سے ہم ڈوروں کو بٹ بھی سکتے ہیں۔

نقصانات یہ ہیں کہ چکنی سطح پر ہم آسانی سے نہیں چل سکتے۔ چنانچہ برف پر چلنا اسی واسطے دقت طلب ہوتا ہے۔ علاوہ ازیں پہاڑی ریلوں میں انجن کے چلانے والے پہیوں میں ہم کو دندانوں کا انتظام رکھنا پڑتا ہے تاکہ پہیوں اور پٹڑی میں گرفت کافی رہے ورنہ پہیے پھسل جائیں۔

مشینوں میں توانائی کا ایک حصہ فرک کی قوتوں پر غالب آنے میں صرف ہوتا ہے، وہ حرارت کی صورت میں نمودار ہوتا ہے اور اسی لئے توانائی کا وہ حصہ کار آمد نہیں رہتا۔ اسی لئے اس فرک کو کم کرنے کیلئے ہمیں مشین کے پرزوں میں تیل وغیرہ ڈالنا پڑتا ہے۔ ایسی صورت میں ہوتا یہ ہے کہ بوجہ التصاق مائع کی ایک تہ ٹھوس دھات کی سطح سے لگی رہتی ہے۔ اس لئے جب حرکت ہوتی ہے تو دو دھاتی سطحوں کے درمیان رگڑ کی بجائے دو مائعی سطحوں میں رگڑ پیدا ہو جاتی ہے اور اس کی مقدار بہت کم ہوتی ہے۔

فرک کے اسباب | کسی سطح کا کامل طور پر ہموار یا ملیس ہونا ممکن نہیں، اس لئے ہر ملیس یا ہموار سطح میں ناہمواریاں ہوتی ہیں گو بظاہر نظر نہ آئیں۔ جب ایسی دو سطحیں آپس میں ملتی ہیں تو مثل دو دندانے دار پہیوں کے ایک دوسرے میں بیٹھ جاتی ہیں۔ پس فرک اسی وجہ سے رونما ہوتی ہے کہ ایک جسم کو ایسی ناہمواریوں میں سے نکالا جاتا ہے۔ چنانچہ مشین کے پرزوں میں چکنائی دار شے اسی غرض سے ڈالی جاتی ہے کہ یہ ناہمواریاں پُر ہو جائیں اور سطح ملیس ہو جائے۔ لکڑی ہو تو رطوبت اور تیل سے فرک بڑھ جاتی ہے۔ کیونکہ لکڑی ان دونوں چیزوں کو جذب کر لیتی ہے لیکن صابن یا موم جیسی چیز ہو تو رگڑ کم ہو جاتی ہے۔ دھاتی سطحوں کیلئے روغن یا چربی وغیرہ سے رگڑ کم ہو جاتی ہے۔

مشقی سوالات ۹/

۱۔ ۲۵ پونڈ کی ایک کمیت ایک کھردری افقی سطح پر رکھی ہے۔ اس کمیت کو یکساں رفتار سے حرکت دینے کیلئے ۲٫۵ پونڈ کی قوت درکار ہے۔ فرک کی شرح دریافت کرو۔

فرک کی شرح = $\frac{ق}{ع}$ = $\frac{۲٫۵}{۲۵}$ = ۰٫۱

۲۔ لکڑی کا ایک کندہ ایک سطح مائل پر رکھا ہے۔ سطح کا میلان بڑھایا جاتا ہے تاآنکہ زاویہ ۳۲° کا حاصل ہوتا ہے۔ اس وقت کندہ حرکت میں آنے لگتا ہے۔ فرک کی شرح دریافت کرو۔

۳۔ ۱۰ پونڈ کا ایک جسم ایک سطح پر ہے جو افقی سے ۳۰° پر مائل ہے۔ جسم اور سطح کے درمیان حرکی فرک کی شرح ۰٫۶ ہے۔ نیچے کی جانب سطح پر جسم میں ۵ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کرنے کیلئے کتنی قوت درکار ہوگی؟

۴۔ ۵۰ پونڈ کا ایک جسم ۳۰° پر مائل ایک سطح پر رکھا ہے۔ فرک کی شرح کیا ہے؟ اگر سطح کو افقی کر دیا جائے تو جسم کو حرکت دینے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟

۵۔ ۳ ہنڈریڈ ویٹ کے ایک وزن کو ایک چکنے سطح مائل پر سبھالنے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی، اگر سطح مائل کی بلندی اس کے طول کا $\frac{3}{5}$ ہو۔

۶۔ ۸ پونڈ وزن کی ایک افقی قوت ۳۰ پونڈ کے ایک بوجھ کو ایک افقی میز پر حرکت میں رکھتی ہے۔ فرک کی شرح کیا ہے؟

۷۔ لکڑی کا ایک کندہ ۸ فٹ طویل لکڑی کے ایک پٹڑے پر رکھا ہے۔ اگر فرک کی شرح ۰٫۵ ہو تو پٹڑے کو کس بلندی تک اٹھانا چاہیئے کہ کندہ نہ پھسلے؟

۸۔ دو سطحوں کے درمیان فرک کی شرح ۰٫۳ ہے۔ اگر عمادی دباؤ ۱۰۰ پونڈ وزن ہو تو فرک کی قوت دریافت کرو۔

۹۔ ۲۰۰ پونڈ وزن کے ایک صندوق کو ۳۰ پونڈ وزن کی ایک قوت سے کھینچا جا رہا ہے، صندوق کی سطح اور فرش کے درمیان فرک کی شرح معلوم کرو۔

۔ ایک شخص کا وزن ۱۲۰ پونڈ ہے۔ ایک افقی فرش پر افقی رسی کے ذریعہ وہ زیادہ سے زیادہ کتنا بوجھ گھسیٹ سکتا ہے؟ بوجھ اور فرش کے درمیان فرک کی شرح ۰٫۳ ہے اور جوتے کے تلے اور فرش کے درمیان ۰٫۴ ہے۔

پندرھواں باب

مشینیں

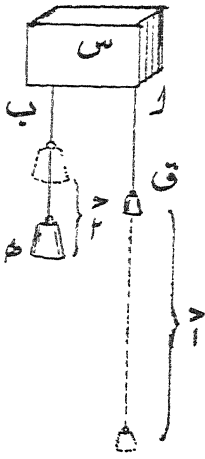
مشین کی تعریف | میکانی صنعتوں کی دو بڑی قسمیں ہیں۔ ایک قسم کو انجن کہتے ہیں اور دوسری کو مشین۔ انجن حرکت پیدا کرتا ہے یا کام کرتا ہے جبکہ حرارت یا برق کی طرح کا کوئی غیر میکانی خزانۂ توانائی اس کو پہنچایا جاتا ہے۔ اس کے برخلاف مشین میکانی توانائی کو جذب کرتی ہے (یعنی مشین پر کام کیا جاتا ہے) اور پھر اس کو کسی مطلوبہ صورت میں مشین کے کردہ کام میں تبدیل کر دیتی ہے۔ بالفاظ دیگر اگر کسی جسم کے ایک نقطہ پر کوئی چھوٹی قوت عمل کرے تو ہو سکتا ہے کہ وہ کسی دوسرے نقطے پر کسی دوسری سمت میں عاملہ ایک بڑی قوت میں تبدیل کر دی جائے، یا بالعکس کسی بڑی قوت سے کسی دوسرے نقطہ پر عمل کرنے والی چھوٹی قوت پیدا کی جائے۔ ہر دو صورتوں کے لئے جو ذریعہ استعمال کیا جائے اس کو مشین کہیں گے۔ پس مشین کی تعریف حسب ذیل ہوئی:۔

تعریف:۔ مشین سے مراد ایسا آلہ ہے جس کے ذریعہ ایک جسم کے کسی نقطے اور کسی خاص سمت میں عمل کرنے والی قوت کسی دوسرے نقطہ پر یا کسی دوسری سمت میں عمل کرنے والی قوت میں تبدیل ہو سکے۔

مشین کی استعداد | مشین جتنی توانائی جذب کرتی ہے اس کے مقابلے میں مفید کام اتنا انجام نہیں دیتی۔ یہ فرق فرک کی وجہ سے واقع ہوتا ہے۔ جس مشین میں یہ فرق کم ہو تو کہتے ہیں کہ اس کی استعداد زیادہ ہے۔ ظاہر ہے کہ جس مشین میں یہ فرق زیادہ ہوگا اس کی استعداد کم ہوگی۔ بنابریں استعداد سے مراد مفید کام اور مہیا کردہ توانائی کی نسبت ہے یعنی

$$\text{استعداد} = \frac{\text{انجام دادہ مفید کام}}{\text{مہیا کردہ توانائی}}$$

کامل مشین وہ ہوگی جس میں کام اور توانائی برابر ہوں یعنی جس کی استعداد اکائی ہو۔ لیکن عملاً ہم کوئی ایسی مشین بنا نہیں سکتے، اس لئے ہماری مشینوں کی استعداد ہمیشہ ایک سے کم رہتی ہے۔

اس کی توضیح کے لئے فرض کرو کہ س (شکل ۱۰۷) ایک بکس ہے جس میں کسی قسم کی ایک مشین ہے۔

فرض کرو کہ ایک ڈورے ا پر ایک قوت ق عمل کرتی ہے جس سے ڈورے لگا ہوا ایک بوجھ ھ اُٹھ جاتا ہے۔ اگر قوت ق کا طے کردہ فاصلہ = ح۱ تو

شکل ۱۵۷

مہیا کردہ توانائی = ق × ح۱

اس مدت میں بوجھ ھ ایک فاصلہ ح۲ طے کرتا ہے، اس لئے

مشین کا انجام دادہ کام = ھ × ح۲

$\therefore$ مشین کی استعداد = ع = $\frac{ھ \times ح۲}{ق \times ح۱}$

$= \frac{ھ}{ق} \Big/ \frac{ح۱}{ح۲}$

چونکہ کسی مشین کی استعداد ۱ سے زیادہ نہیں ہوسکتی اس لئے عملاً $\frac{ھ}{ق}$ ہمیشہ کم ہوگا $\frac{ح۱}{ح۲}$ سے۔

رفتاری نسبت | جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا مشین میں دو قوتیں کام کرتی ہیں، ایک کو ہم عاملہ قوت کہتے ہیں اور دوسری کو بوجھ۔

نوٹ:۔ بعض کتابوں میں عاملہ قوت کو طاقت کہتے ہیں اور بوجھ کو وزن۔ لیکن چونکہ ہم ان دونوں الفاظ کو دوسرے معنوں میں استعمال کرتے ہیں اس لئے ہم یہاں قوت اور بوجھ ہی کو استعمال کریں گے۔

عاملہ قوت کے طے کردہ فاصلے کو بوجھ کے طے کردہ فاصلے سے جو نسبت ہوتی ہے اس کو مشین کی رفتاری نسبت کہتے ہیں۔ پس اوپر کی رقموں میں

رفتاری نسبت = $\frac{ح۱}{ح۲}$ = $\frac{\text{عاملہ قوت کا طے کردہ فاصلہ}}{\text{بوجھ کا طے کردہ فاصلہ}}$

ڈورے ا کو ایک معینہ فاصلے میں حرکت دے کر ڈورے ب کی حرکت متناظر دیکھی جائے تو ہر قسم کی مشین کے لئے رفتاری نسبت دریافت کی جاسکتی ہے۔

مفاد حیلی یا قوتی نسبت | مشین بالعموم اس غرض سے بنائی جاتی ہے کہ ایک چھوٹی عاملہ قوت سے ہم ایک بڑے بوجھ پر غالب آسکیں۔

نسبت $\frac{ھ}{ق}$ کو مشین کی قوتی نسبت کہتے ہیں۔ لیکن چونکہ ھ بالعموم بڑا ہوتا ہے ق سے اس لئے اس نسبت کو مفاد حیلی بھی کہتے ہیں۔ پس

مفاد حیلی = قوتی نسبت = $\frac{\text{بوجھ}}{\text{عاملہ قوت}}$ = $\frac{ھ}{ق}$

مفاد حیلی اگر کسی مشین کا معلوم کرنا ہو تو اسکی یہ صورت ہے کہ ایک طرف بوجھ کو آویزاں کیا جائے اور دوسری طرف قوت کو۔ پھر قوت کی قیمت ایسی رکھی جائے کہ ذرا سی حرکت دینے پر بوجھ اوپر کی طرف اٹھتا رہے۔

استعداد اور مفاد حیلی میں علاقہ | اوپر ہم حاصل کر چکے ہیں کہ

ع = ش / ق \ ح۱ / ح۲ = ف / ت جہاں ف = ش / ق = مفاد حیلی

ت = ح۱ / ح۲ = رفتاری نسبت

پس استعداد = مفاد حیلی / رفتاری نسبت

لہذا اگر مفاد حیلی اور رفتاری نسبت معلوم کر لی جائے تو استعداد معلوم ہو سکتی ہے۔

مشینوں کی قسمیں | جن مشینوں کا ہم یہاں ذکر کریں گے وہ سادہ مشینیں کہلاتی ہیں۔ انھیں کو مختلف طریقوں سے ترکیب دیکر ہم بڑی مشینیں تیار کرتے ہیں۔ یہاں ہم صرف حسب ذیل مشینوں کا ذکر کریں گے۔

(۱) بیرم (۲) چرخی (۳) سطح مائل

بیرم | مشین کی سادہ ترین صورت ایک بیرم ہے۔ بیرم سے مراد ایک استوار سلاخ یا ڈنڈی ہے، جو کسی ثابت نقطے پر قائم ہو۔ اس ثابت نقطے کو نصاب کہتے ہیں۔ ڈنڈی اس طرح قائم کیجاتی ہے کہ وہ نصاب کے گرد آزادانہ حرکت کر سکتی ہے اور نصاب کو بھی اتنا مضبوط تصور کیا جاتا ہے کہ وہ ڈنڈی کو حرکت انتقال سے باز رکھ سکتا ہے۔ ڈنڈی پر ایک بوجھ لگایا جاتا ہے اور اس بوجھ کو اٹھانے کیلئے ایک قوت عمل کرتی ہے۔

کلیہ بیرم | ہم سابق میں کلیہ معیار اثر اور متوازی قوتوں کے تحت اس کی تصدیق درج کر چکے ہیں۔ بیرم پر جو قوتیں عمل کرتی ہیں وہ ایک دوسرے کے متوازی ہوتی ہیں اس لئے شرائط توازن وہی ہوں گے جو ہم اس سے پہلے بیان کر چکے ہیں۔ یعنی کلیہ معیار اثر اس کے لئے صحیح ہو۔ پس جب اس کلیہ کا اطلاق ہم بیرم پر کرتے ہیں تو اس کو کلیۂ بیرم کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ لہذا ہم اس کو حسب ذیل طریقے پر بیان کر سکتے ہیں :۔

ایک بیرم اس وقت متوازن ہو جاتا ہے جبکہ ساعت وار گردش پیدا کرنیوالی قوت کے اثری معیاروں کا مجموعہ غیر ساعت وار گردش پیدا کرنیوالی قوت کے اثری معیاروں کے مجموعہ کے مساوی ہو۔

جب صرف دو قوتیں ہوں تو شرط توازن

بوجھ × بوجھ کا بازو = قوت × قوت کا بازو ہو گی۔

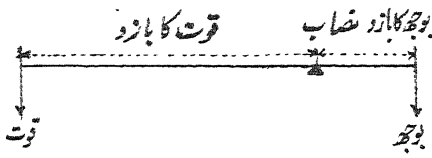
بالفاظ دیگر توازن کی حالت میں بیرم پر عاملہ قوتیں نصاب سے فاصلوں کے بالعکس متناسب ہونگی۔

بیرم کی قسمیں | نصاب کے محل کے اعتبار سے بیرم کی بالعموم تین قسمیں کی جاتی ہیں، چنانچہ ہم اُن کو

ذیل میں درج کرتے ہیں :-

قسم اول :- اس قسم میں نصاب قوت اور بوجھ کے درمیان ہوتا ہے۔ (شکل ۸۸)

اس کی سادہ ترین شکل وہ ہے جس میں دونوں بازو برابر ہوں۔ اس کی بہترین مثال پلڑوں والی ترازو ہے، خواہ وہ کسی طرح کی ہو۔

قوت کا بازو بوجھ کا بازو نصاب
قوت بوجھ

شکل ۸۸

دوسری مثال اس کی قینچی ہے جو اس قسم کا دہرا بیرم ہے۔ قینچی کا ہر پھل بیرم ہے۔ قینچی میں جہاں کیل لگی ہوتی ہے وہاں نصاب ہوتا ہے۔ قوت ہاتھوں سے عمل میں آتی ہے۔ بوجھ یہاں اس مزاحمت کی شکل میں ہوتا ہے جو شے زیر تراش پیش کرتی ہے۔

اسی طرح پمپ کا دستہ بھی اسی قسم کا بیرم ہوتا ہے۔

ایک اور واضح مثال اس کی کھمار سبل ہے۔ اس کے ذریعہ ہم بڑی بھاری بھاری چیزوں کو آسانی سے اُٹھا سکتے ہیں۔ (شکل ۸۹) اسی بنا پر ارشمیدس کا مقولہ مشہور ہے کہ مجھے نصاب کے لئے کوئی محل بتلاؤ تو میں دنیا کو اٹھا لوں گا۔

نصاب
قوت
بوجھ

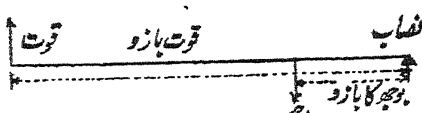
شکل ۸۹

اس بیرم میں مفاد حیلی = ف = $\frac{\text{ب}}{\text{ق}} = \frac{\text{ح}_2}{\text{ح}_1}$

جہاں ح_1 = بوجھ کا بازو
ح_2 = قوت کا بازو

اگر دونوں بازو مساوی ہوں جیسا کہ ترازو میں ہوتا ہے تو کوئی خاص مفاد نہیں حاصل ہوتا، کیونکہ دونوں طرف قوتیں برابر ہوں گی۔

کلیۂ بیرم کا استعمال کیا جائے تو یہی نتیجہ حاصل ہوگا۔

قسم دوم :- اس قسم میں مزاحمت یا بوجھ نصاب اور قوت کے درمیان ہوتا ہے۔ (شکل ۹۰)

اس کی مثال میں ہم سروتا پیش کر سکتے ہیں قوت ہاتھوں سے عمل کرتی ہے، جو چیز کاٹی جاتی ہے وہ مزاحمت ہے اور نصاب سروتے کی کیل پر ہوتا ہے، کارک کے شکنجہ کی بھی یہی کیفیت ہے۔

شکل ۹۰

کشتی کا پتوار بھی اسی قسم کا بیرم ہے۔ پتوار کا سرا جہاں پانی میں رہتا ہے وہ نصاب ہے، پتوار جہاں کشتی میں

لگا ہوتا ہے وہاں مزاحمت عمل کرتی رہے اور پتوار کو جہاں کشتی چلانے والا پکڑتا ہے وہاں قوت عمل کرتی ہے۔

چاقو ایک سرے پر کسا ہوا ور اس سے توس کاٹے جائیں تو وہ اسی قسم کا بیرم ہوتا ہے۔

اگر دو آدمی ایک بوجھ کو ایک ڈنڈے پر اٹھائیں تو ہر آدمی کا کندھا دوسرے کے اعتبار سے نصاب ہوگا، اور اس لئے ڈنڈا دوسری قسم کا بیرم ہوگا۔

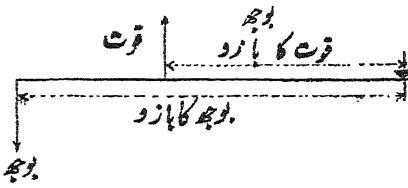
معمولی بوجھ اُٹھانے والا ٹھیلہ بھی اسی قسم کا بیرم ہے۔

اس بیرم پر بھی کلیہ بیرم کا اطلاق ہوتا ہے۔ اس لئے حسب سابق بہ صورت توازن

$$\text{مفاد حیلی} = \frac{\text{ب}}{\text{ق}} = \frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}$$

یہاں چونکہ د۲ > د۱ ہے اس لئے مفاد حیلی کی قیمت ہمیشہ ایک سے زیادہ ہوگی۔ یعنی قوت ہمیشہ بوجھ سے کم ہوگی۔ یہی وجہ ہے کہ دروازہ بند ہوتے وقت انگلی بیچ میں آجائے تو وہ بالکل دب جاتی ہے۔

قسم سوم :۔ اس قسم میں قوت عاملہ نصاب اور بوجھ کے درمیان ہوتی ہے۔ (شکل ۹۱ب)

قوت
بوجھ
قوت کا بازو
بوجھ کا بازو
بوجھ

شکل ۹۱ب

اس قسم کی مثال چمٹا یا دسپناہ ہے۔ انگارا جسے اُٹھاتے ہیں، مزاحمت ہے، چمٹے کے دونوں بازو جہاں ملتے ہیں وہاں نصاب ہے۔ ہاتھوں سے جہاں چمٹے کو گرفت کرتے ہیں وہاں قوت عمل کرتی ہے، یا ٹوں کے ڈبوں میں چمٹی بھی اسی ذیل میں ہے۔

پیر سے چلانیوالی سینے کی مشین کا پائدان بھی اسی قسم کا بیرم ہے جہاں پائدان نصب ہوتا ہے وہاں نصاب ہے۔ پیروں سے قوت عمل کرتی ہے، اور مزاحمت یہاں حرکت کی صورت میں ہے جس کو اوپر منتقل کرتا ہے۔

حسب سابق یہاں بھی کلیہ بیرم کا اطلاق ہوگا اور بہ صورت توازن

$$\text{مفاد حیلی} = \frac{\text{ب}}{\text{ق}} = \frac{\text{د}_2}{\text{د}_1}$$

لیکن چونکہ د۲ < د۱، اس لئے قوت ہمیشہ بوجھ سے زیادہ ہوگی اور مفاد حیلی ایک سے کم ہوگا۔

فطری بیرم انسانوں اور حیوانوں کے عضلاتی نظام میں بیرموں کی مثالیں بکثرت ملتی ہیں۔ اپنے جسم کو یا اس کے کسی حصے کو حرکت میں لانے کیلئے انسان اور حیوان بیرموں کے ایک سلسلے سے کام لیتے ہیں، تاکہ وہ غذا حاصل کرسکیں، اس کو تیار کرسکیں اور اپنی زندگی کو باقی رکھ سکیں۔ یہ بیرم بالعموم ہڈی کے بنے ہوتے ہیں اور ان کا نصاب بھی استخوانی ہوتا ہے۔ اس قسم کے بیرم زیادہ تر تیسری قسم میں داخل ہیں۔ مثلاً دانتوں سے کسی چیز کو توڑتے وقت ہمارا

عضلہ قوت پہنچاتا ہے اور چیز مزاحمت پیش کرتی ہے۔ جبڑوں کا جوڑ گویا نصاب ہے۔ ہم جب کسی چیز کو ہاتھ میں لیتے ہیں تو چیز کا وزن بوجھ ہے۔ ہماری کہنی نصاب ہے اور ہمارے بازو کا عضلہ قوت لگاتا ہے۔ یہی عضلہ اگر قدرے منقبض ہوجائے تو ہاتھ کو گز سوا گز آگے بڑھا دیتا ہے۔ کولھے کے عضلات میں ایک انچ کا انقباض واقع ہوجائے تو اس سے آدمی کا قدم چار فٹ کا ہوجاتا ہے۔

ترازو | ترازو کمیتوں کا مقابلہ کرنے کا ایک آلہ ہوتا ہے۔ اپنی نوعیت کے اعتبار سے یہ پہلی قسم کا بیرم ہے جس میں بازو برابر ہیں۔ اسمیں ایک ہلکی مضبوط ڈنڈی ہوتی ہے جس کے مرکز پر ایک دھار لگی ہوتی ہے جو سنگ سلیمانی کی ایک مسند پر قائم ہوتی ہے۔ ڈنڈی کے ہر دو سروں سے ایک ایک پلڑا لٹکا ہوتا ہے، ان ہی پلڑوں میں اشیا زیر مقابلہ رکھی جاتی ہیں۔ یہ پلڑے بھی دھاروں پر آویزاں ہوتے ہیں۔ جب کسی ایک پلڑے میں کوئی کمیت رکھی جاتی ہے تو قوت کا معیار اثر ڈنڈی کو مرکزی دھار کے گرد گردش دینا چاہتا ہے۔ جب دوسرے پلڑے میں مساوی کمیت رکھدی جاتی ہے تو اس کا معیار اثر ڈنڈی کو مخالف سمت میں حرکت دینا چاہتا ہے۔ اگر ڈنڈی کے دونوں بازو برابر ہوں اور کمیتیں بھی مساوی ہوں تو ہر دو معیار اثر مساوی ہوں گے۔ اگر ترازو کا مرکز جاذبہ دھار سے نیچے واقع ہو تو ڈنڈی اپنی اصلی وضع پر واپس آجائیگی۔ اس ڈنڈی میں ایک نمائندہ لگا رہتا ہے جو نیچے ایک پیمانہ پر حرکت کرتا ہے۔ ڈنڈی کو اٹھانے بٹھانے کیلئے ترازو کے چوبی پائدان میں ایک دستہ لگا رہتا ہے۔ ترازو اس وضع میں ہونی چاہئیے کہ جس ستون پر ڈنڈی قائم رہتی ہے وہ انتصابی رہے۔ اس کیلئے ستون کے بازو میں ایک شاقول لگا دیا جاتا ہے۔ چوبی پائدان میں پیچ بھی لگے رہتے ہیں جس سے ترازو کو ہموار کیا جاسکتا ہے۔

اچھی ترازو میں صحت، حساسیت اور قیام پذیری کا ہونا لازمی ہے۔

صحت سے مراد یہ ہے کہ جب پلڑوں میں مساوی کمیتیں رکھی جائیں تو ڈنڈی افقی وضع میں رہے۔ حساسیت سے یہ مراد ہے کہ دونوں پلڑوں میں کمیتوں کے خفیف سے فرق کیلئے بھی ترازو کی ڈنڈی اپنی سکونی وضع سے کافی ہٹ جائے۔

قیام پذیری سے یہ مطلب ہے کہ جب ڈنڈی اپنی توازنی وضع سے ہٹے تو جلد واپس آجائے۔

ناقص ترازو | ترازو کے متعلق مزید تفصیلات کے لئے طبیعیات عملی کی کتاب دیکھنا چاہئیے۔ ہم یہاں چند امور کا مختصر تذکرہ کریں گے۔

بورڈا کا طریقہ: ۔ ترازو اگر ناقص ہو تو اس سے بھی ہم صحیح وزن دریافت کرسکتے ہیں۔ اس کی یہ صورت ہوگی کہ ایک پلڑے میں شے زیر تجربہ کو رکھو اور دوسرے پلڑے میں ریت ڈالکر پاسنگ کرلو۔ پھر شے کو ہٹا کر وہاں باٹوں کے ڈبے سے نکال کر باٹ رکھو۔ اس کو بھی حسب سابق پاسنگ کرلو۔ تو جتنے باٹ رکھے گئے ہیں اُن کا مجموعہ شے کا صحیح وزن ہوگا۔

گاوس کا طریقہ :- ترازو کے اچھا ہونے کے لئے ہم نے جو شرطیں بیان کی ہیں اُن کے لئے لازمی ہے کہ ترازو کے بازو طول میں اور پلڑے وزن میں برابر ہوں۔ اگر یہ صورت نہ ہو تو بھی ہم شے کا صحیح وزن دریافت کر سکتے ہیں۔ اس کی دو صورتیں ہیں :-

(۱) فرض کرو کہ بازو مساوی نہیں ہیں :- فرض کرو کہ ل۱ = ایک بازو
ل۲ = دوسرا بازو
اور ل و = شے کا صحیح وزن

اب شے کو اس پلڑے میں رکھو جس کا بازو ل۱ ہے۔ فرض کرو کہ دوسرے پلڑے میں و۲ وزن کے باٹ رکھنے سے ڈنڈی متوازن ہو جاتی ہے۔ اب شے اور باٹوں کو ایک پلڑے سے نکالکر دوسرے میں رکھدو اور اب فرض کرو کہ توازن کے لئے و۱ وزن کے باٹ درکار ہیں۔ تو اصول معیار اثر سے

پہلی صورت میں   و × ل۱ = و۲ × ل۲

دوسری " "   و۱ × ل۱ = و × ل۲

تو   و / و۱ = و۲ / و

∴   و² = و۱ و۲   ∴ و = √(و۱ و۲)

(۲) فرض کرو کہ پلڑے مساوی نہیں ہیں :- فرض کرو کہ پ۱ = ایک پلڑے کا وزن
پ۲ = دوسرے " "
ل۱ = ل۲ = ترازو کا بازو
اور و = شے کا صحیح وزن

حسب سابق ایک پلڑے (پ۱) میں شے رکھکر دوسرے پلڑے میں وزن و۱ سے توازن پیدا کرو۔ پھر پلڑے خالی کرکے بدل دو اور شے کو اسی طرف کے پلڑے میں رکھو جس طرف پہلے رکھا تھا۔ اب فرض کرو کہ توازن و۲ سے پیدا ہوتا ہے۔ تو اصول معیار اثر سے

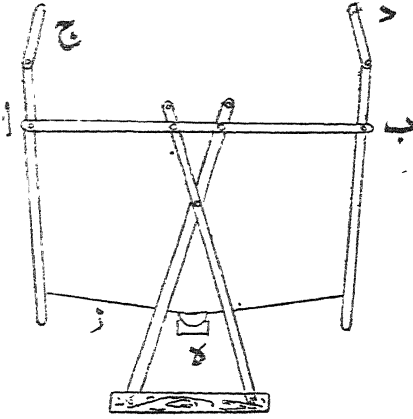
پہلی صورت میں   (و + پ۱) ل۱ = (و۱ + پ۲) ل۲

دوسری " "   (و + پ۲) ل۱ = (و۲ + پ۱) ل۲

∴   ۲و + ل۱ (پ۱ + پ۲) = و۱ + و۲ + ل۲ (پ۱ + پ۲)

∵   ل۱ = ل۲   ∴ و = (و۱ + و۲) / ۲

خوردہ ترازو اوپر ترازو کے لئے جو شرطیں ہم نے پیش کی ہیں وہ سب کی سب کسی ایک ترازو میں جمع نہیں

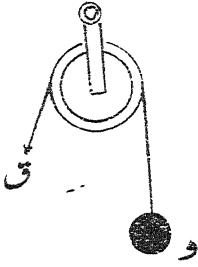
ہوتیں اس لیے جہاں تک ممکن ہو سکتا ہے ہم ان شرطوں کو پورا کرتے ہیں۔ اس پر بھی ہم کیمیاوی ترازو جیسی نفیس اور حساس ترازوؤں سے بہت قلیل مقداروں میں اشیاء کا وزن معلوم کر سکتے ہیں۔ لیکن تقطیری کاغذ میں جذب شدہ سیال کے قطروں یا سفوف کی قلیل مقداروں کا وزن ہم ایک دوسرے آلے سے دریافت کر سکتے ہیں، جس کو خوردہ ترازو کہتے ہیں (شکل ۹۲)۔ ایک ہلکے ڈورے نما کے دونوں سرے دو سلاخوں سے بندھے ہیں۔ یہ سلاخیں تقریباً انتصابی ہیں اور ان کا درمیانی فصل ۲ فٹ ہے۔ ہر سلاخ اپنے مرکز جاذبہ سے قدرے اوپر ایک چول پر قائم ہے۔ اس سے یہ ہوتا ہے کہ ڈورے کے وسط میں ایک خفیف سا بوجھ بھی آویزاں کیا جائے تو سلاخ کا نقطۂ تعلیق بہت کچھ جھک جاتا ہے۔ اس آلے کی تعبیر معلوم وزن سے پیدا شدہ جھکاؤ کے مشاہدے سے ہوتی ہے۔ بازار میں "میکانو" کے نام سے جو کھیل بکتا ہے اس کے پرزوں سے بھی یہ نمونہ تیار کیا جا سکتا ہے۔

شکل ۹۲

ا اور ب پر جو نصاب ہیں اُن میں فرق کو کم کرنے کیلئے شیشے کی چھوٹی چھوٹی نلیاں استعمال کیجاتی ہیں سلاخوں کو دو دو حصوں میں تقسیم کر دینے اور حصوں د، ج کو حرکت دینے سے حساسیت میں معتدبہ تغیر پیدا کیا جا سکتا ہے اس ترازو کا پلڑا ایک گول قرص ہوتا ہے جس کو ایک قطر پر موڑ دینے سے ایک "چٹکی" بن جاتی ہے جیسا کہ ہ پر دکھلایا ہے۔ شئے زیر وزن کو اس چٹکی کے جبڑے گرفت کر لیتے ہیں۔

یہ آلہ بہت سے کاموں میں آتا ہے بالخصوص جرثومیات میں۔ گزشتہ جنگ عظیم میں اس کی ایجاد ہوئی اور سب سے پہلے فلانڈرس میں اس کو استعمال کیا گیا۔

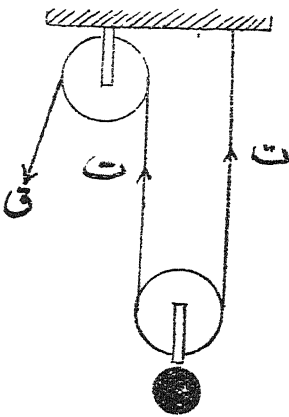
چرخی | چرخی ایک دوسرا سادہ ترین آلہ ہے۔ چرخی سے مراد ایک چھوٹی گول قرص یا ایک پہیہ ہے، جس کی کناری نالیدار ہوتی ہے اور جو ایک دھرے کے گرد حرکت کر سکتا ہے۔ یہ دھرا ایک فریم میں ہوتا ہے جس کو بلاک کہتے ہیں۔ ایک لچکدار رسی یا ڈوری پہیے کی نالی پر سے گزرتی ہے۔ اس ڈوری کے سروں پر وزن یا قوت کو لگایا جاتا ہے۔

اب ہم چرخی کی مختلف صورتوں میں دیکھنا چاہتے ہیں کہ مفاد حیلی کیا ہوتا ہے۔

ثابت چرخی | شکل ۹۳ میں ایک سادہ منفرد ثابت چرخی دکھلائی گئی ہے۔ اس میں ڈورے کے ایک سرے پر ایک وزن و ہے اور دوسرے سرے پر ایک قوت ق عمل کر رہی ہے۔ جب قوت اور وزن دونوں برابر ہوں گے تو دونوں میں توازن پیدا ہو جائے گا۔ اگر فرک کو نظر انداز کر دیا جائے تو پھر ڈورے کا تناؤ ہر جگہ ایک ہی ہوگا۔ اور مفاد حیلی = و/ق = ۱

اس لئے اس چرخی میں کوئی خاص مفاد نہیں ہے سوائے اس کے کہ قوت کی سمت بدل دی گئی ہے۔ اب بجائے وزن کو راست اٹھانے کے ق کی سمت میں اٹھایا جاتا ہے۔ اور یہ اکثر اوقات سہولت کا باعث ہوتا ہے۔

ق و

شکل ۹۳

متحرک چرخی | جب چرخی متحرک ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۹۴ میں ہے تو اس صورت میں بوجھ اس چرخی سے لگا ہوتا ہے۔ اس لئے ظاہر ہے کہ ڈورے کے دونوں حصّے بوجھ کو سنبھالتے ہیں۔ اس لئے ہر ڈورے میں تناؤ اگر = ت تو

۲ت = و جہاں و = بوجھ

∴ و/ت = ۲

∴ مفاد حیلی = ۲ و/ق = و/ت = ۲ [∵ ت = ق

یعنی ایک دی ہوئی قوت اپنے سے دگنے بوجھ کو اٹھا سکتی ہے۔

ق ت ت

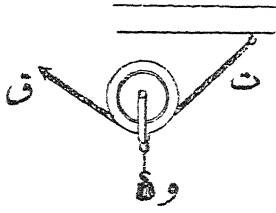
شکل ۹۴

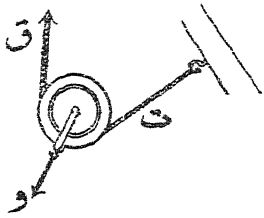
ڈورے کا ایک سرا تو کسی مقام پر کس دیا جاتا ہے اور دوسرے آزاد سرے پر قوت لگائی جا سکتی ہے، یا پھر اس کو ایک ثابت چرخی سے گزارا جاتا ہے۔

اوپر کی صورت میں ہم نے ڈورے کے دونوں حصوں کو متوازی مانا ہے، لیکن اگر ایسا نہ ہو تو پھر شکل ۹۵ اور ۹۶ کی طرح ڈورے کی سمتیں ہوں گی۔ چونکہ ڈورے کے دونوں حصوں میں تناؤ مساوی ہیں اور وہ دونوں بوجھ کو سنبھالتے ہیں۔ اس لئے وزن کی سمت دونوں تمنشوں کی سمتوں کی تنصیف کرے گی۔

فرض کرو کہ تہ = زاویہ درمیان کسی ایک ڈورے اور انتصابی کے

تو ۲ ت جم تہ = و ∴ و/ت = ۲ جم تہ

∴ مفاد حیلی = و/ق = و/ت = ۲ جم تہ۔

اگر چرخی کا وزن = و۱ شمار کیا جائے تو پھر

مفاد حیلی = (و + و۱)/ق = ۲ جم تہ

<u>چرخیوں کے نظام</u> ثابت اور متحرک چرخیاں ملاکر مختلف طریقوں سے استعمال کی جاتی ہیں، ہم یہاں صرف تین مشہور صورتوں کو بیان کریں گے۔

<u>چرخیوں کا پہلا نظام</u>:۔ اس کو ارشمیدسی نظام بھی کہتے ہیں۔ اس نظام میں متعدد چرخیاں ہوتی ہیں۔ ہر چرخی ایک علیحدہ ڈورے سے آویزاں ہوتی ہے۔ ڈورے کا ایک سرا کسی ثابت سہارے میں لگا ہوتا ہے اور دوسرا سرا چرخی پر سے گزرنے کے بعد دوسری چرخی کے بلاک میں لگا ہوتا ہے۔ (شکل ۹۷) بوجھ کو سب سے نیچے کی چرخی سے لگایا جاتا ہے اور سب سے اونچی متحرک چرخی سے ہوتا ہوا ڈورا ایک ثابت چرخی پر سے گزرتا ہے اور اس کے سرے پر قوت لگائی جاتی ہے۔

اس طرح سب سے نیچے والی چرخی کو چھوڑ کر ہر چرخی پر نیچے کی جانب ایک تو اس کا وزن عمل کرتا ہے اور دوسرے اس ڈورے کا تناؤ جو اس کو نیچے والے بلاک سے ملاتا ہے۔ اوپر کی جانب وہ دونوں تناؤ ہیں جو چرخی کو سنبھالے ہوئے ہیں۔ پس ہر چرخی کے گرد تناؤ چرخی کے وزن اور ڈورے کے تناؤ کا نصف ہوتا ہے۔

شکل ۹۷

مفادِ حیلی :۔ فرض کرو کہ و۱، و۲، و۳ ۔۔۔ = متحرک چرخیوں ا۱، ا۲، ا۳ ۔۔۔ کے وزن
ت۱، ت۲، ت۳ ۔۔۔ = ا۱، ا۲، ا۳ ۔۔۔ کے گرد تناؤ۔

ن = چرخیوں کی تعداد

و = بوجھ

ق = قوت

تو ت۱ = ۱/۲ (و + و۱)   ت۲ = ۱/۲ (ت۱ + و۲) = ۱/۲۲ (و + و۱) + ۱/۲ و۲

ت۳ = ۱/۲ (ت۲ + و۳) = ۱/۲۳ (و + و۱) + ۱/۲۲ و۲ + ۱/۲ و۳

اور اسی طرح ۔ نیز تن = ق

پس ق = تن = ۱/۲ن (و + و۱) + ۱/۲ن-۱ و۲ + ۔۔۔۔ + ۱/۲ن-۲ و۳ + ۔۔۔۔ ۱/۲ ون

یا ۲ن ق = و + و۱ + ۲ و۲ + ۲۲ و۳ + ۔۔۔۔ ۲ن-۱ ون

اگر چرخیوں کے وزن نظرانداز کر دیے جائیں تو

۲ن ق = و

∴ مفادِ حیلی = و/ق = ۲ن

چرخیوں کا دوسرا نظام :۔ اس کو عام نظام بھی کہتے ہیں۔

اس نظام میں دو بلاک ہوتے ہیں۔ ہر بلاک میں متعدد چرخیاں علیحدہ علیحدہ ہوتی ہیں۔ ایک بلاک ثابت ہوتا ہے اور دوسرا متحرک۔ ڈورا کسی ایک بلاک سے لگا ہوتا ہے۔

شکل ۹۸/۱ میں وہ نیچے کے بلاک سے لگا ہے، اور باری باری سے ایک ایک چرخی کے گرد اوپر اور نیچے گزرتا ہے اور اسی طرح۔ ڈورے کے آزاد سرے پر قوت لگائی جاتی ہے۔ بوجھ نیچے والے بلاک سے لگایا جاتا ہے۔ شکل میں چرخیاں ہم محور دکھلائی گئی ہیں، لیکن بلاکوں میں چرخیاں تلے اوپر بھی ہوتی ہیں۔

ہر دو صورتوں میں ڈورے کا تناؤ قوت کے مساوی ہوتا ہے۔

یعنی ت = ق

اوپر کی جانب قوت = ن ت

نیچے 〃 〃 〃 = بوجھ = و

شکل ۹۸/۱

اگر نیچے کے بلاک کا وزن = و۱

تو ن ت = و + و۱

یعنی ن ق = و + و۱

<u>چرخیوں کا تیسرا نظام</u>:-

اس نظام میں ہر ڈورے کا ایک سرا ایک سلاخ سے ملا ہوتا ہے جسمیں بوجھ لگایا جاتا ہے۔ سب سے اوپر والی چرخی ثابت ہوتی ہے۔ ایک ڈورا اس پر سے گزرتا ہے جو نیچے والی چرخی کو سنبھالتا ہے پھر ایک ڈورا اس چرخی پر سے گزرتا ہے اور اپنے نیچے والی چرخی کو سنبھالتا ہے اور اسی طرح۔ آخری ڈورا آخری متحرک چرخی پر سے گزرتا ہے۔ اسی کے سرے پر قوت لگائی جاتی ہے۔

پہلے نظام کی رقموں میں تن = ق

تن-۱ = ۲تن + ون = ۲ق + ون

تن-۲ = ۲تن-۱ + ون-۱ = ۲^۲ق + ۲ون + ون-۱

ت۱ = ---- ۲^ن ق + ۲^(ن-۲) ون + ---- + و۲

نیز و = ت۱ + ت۲ + ---- + تن

= ق(۱ + ۲ + ۲^۲ + --- ۲^(ن-۱)) +

ون (۱ + ۲ + ۲^۲ + ---- + ۲^(ن-۲)) +

ون-۱ (۱ + ۲ ---- + ۲^(ن-۳)) + ---- و۲

شکل ۹۹

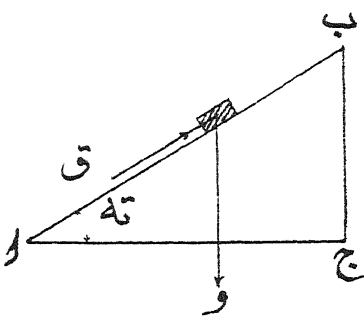
پس و = ق (۲^ن - ۱) + ون (۲^(ن-۱) - ۱) + ون-۲ (۲^(ن-۲) - ۱) + ---- + و۲

اگر چرخیوں کے وزن نظر انداز کر دئے جائیں تو پھر

و = ق (۲^ن - ۱)

<u>چرخیوں سے تجربے</u> | مفاد حیلی کی جو قیمتیں ہم نے اوپر حاصل کی ہیں اُن کو ہم تجربے سے بھی حاصل کر سکتے ہیں لیکن حسابی قیمت کے مطابق مفاد حیلی کی قیمت مشکل سے آتی ہے، کیونکہ رگڑ ہر نظام میں بہت کافی ہوتی ہے۔

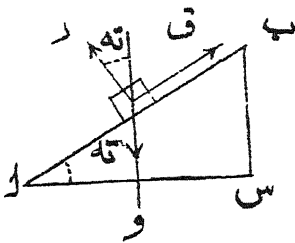
اس لئے اکثر صورتوں میں مناسب یہ ہوتا ہے کہ اوپر کے ضابطوں سے مفاد حیلی حاصل کرنیکی بجائے یہ دیکھا جائے کہ اگر قوت کو ایک فاصلہ میں حرکت دی جائے تو بوجھ کتنی حرکت کرتا ہے۔ چنانچہ صرف ایک متحرک چرخی ہو تو دونوں فاصلوں میں نسبت ۲:۱ ہونی چاہئے۔ اس کے لئے قوت اور بوجھ کے پاس پیمانے نصب کئے جا سکتے ہیں۔

سطح مائل فرض کرو کہ ایک شخص برف کی ایک سل کو گاڑی پر لادنا چاہتا ہے۔ اس کے لئے آسان صورت یہ ہوگی کہ وہ اس کو انتصاباً اُٹھالے۔ لیکن سل زیادہ وزنی ہو تو ایسا ممکن نہیں۔ اسی لئے بوجھ اُٹھانیوالے ہمیشہ یہ کرتے ہیں کہ ایک چوبی تختہ لیتے ہیں۔ اس کا ایک کنارا زمین پر رکھتے ہیں اور دوسرا گاڑی پر۔ اب اگرچہ برف کی سل بھاری کیوں نہ ہو وہ شخص اس کو ڈھکیل کر گاڑی میں پہنچا دیتا ہے۔ پس اس تختے نے یہاں ایک مشین کا کام دیا۔ اس سادہ سی مشین کو سطح مائل کہتے ہیں۔

جب کوئی جسم کسی سطح مائل پر ساکن ہوتا ہے۔ (شکل ۱۰۰) تو جسم کا وزن انتصاباً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔ خود سطح جسم پر جو ردعمل کرتی ہے وہ سطح کے علی القوائم سمت میں ہوتا ہے۔ اگر سطح اور جسم کے درمیان رگڑ نہ ہو تو جسم پر ایک تیسری قوت کے عمل کی ضرورت ہے تاکہ جسم پھسل نہ جائے، یا اگر اُسے حرکت دینا ہے تو وہ حرکت میں رہ سکے۔ ہر وہ راستہ

شکل ۱۰۰

یا سڑک جو افقاً مسطح نہیں ہوتی، ایسی ہی سطح مائل ہوتی ہے تجربہ سے ہمکو معلوم ہوتا ہے کہ سطح کا ڈھلان جتنا زیادہ ہوتا ہے اُتنا ہی زیادہ قوت کسی بوجھ کو ڈھلان پر لیجانے میں صرف ہوتی ہے۔ اس قوت کو دو طریقوں پر لگایا جاسکتا ہے۔ ایک تو سطح کے متوازی سمت میں اور دوسرے سطح کے قاعدے کے متوازی سمت میں۔

پہلی صورت:- سطح کے متوازی سمت میں قوت:-

فرض کرو کہ ب ا س، ایک سطح مائل (شکل ۱۰۱) ہے۔ اس طرح کہ ا س، افقی رہے اور ب س، انتصابی۔ فرض کرو کہ زاویہ ب ا س = تہ

فرض کرو کہ جسم کا وزن = و

سطح مائل کا طول = اب = ل

سطح مائل کی بلندی = ب س = ح

سطح کے متوازی قوت = ق

سطح کا ردعمل = ر

جسم پر عاملہ قوتیں و، ق، اور ر، ہیں۔ ان قوتوں کو سطح کے متوازی اور سطح کے علی القوائم سمتوں میں تحویل کرو۔

شکل ۱۰۱

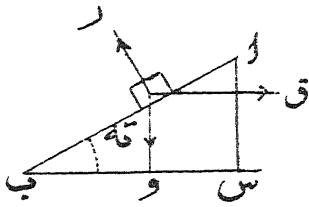
سطح کے متوازی تحویل کرنے سے ق = و جب تہ

سطح کے علی القوائم تحویل کرنے سے ر = و جم تہ

لیکن جب تہ = ب س / ا ب = د / ل

∴ ق / و = جب تہ = د / ل

∴ مفاد حیلی = ق / و = د / ل

دوسری صورت :۔ <u>سطح کے قاعدے کے متوازی یعنی افقی سمت میں قوت :۔</u>

فرض کرو کہ ا ب (شکل ۱۰۲) سطح مائل ہے تو اوپر کی رقموں میں

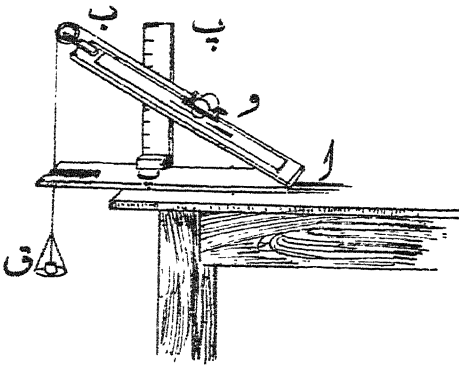
افقاً تحویل کرنے سے و = ر جم تہ

اور انتصاباً " " " ق = ر جب تہ

∴ ق / و = ر جب تہ / ر جم تہ = مس تہ

∴ مفاد حیلی = ق / و = مس تہ

شکل ۱۰۲

<u>سطح مائل کا مفاد حیلی تجربہ سے</u> اس کے لئے شکل ۱۰۳ کی طرح کا آلہ استعمال کیا جاتا ہے۔ ا ب سطح مائل ہے۔ اپر اسمیں ایک تختہ لگا ہے جو میز پر کسا جا سکتا ہے۔ سرے ب پر ایک چرخی ہے جس پر سے ڈورا گزرتا ہے۔ اس کے ایک سرے پر ایک پلڑا ہوتا ہے اور دوسرے سرے پر ایک بیلن ہوتا ہے جو سطح مائل پر حرکت کر سکتا ہے۔ پ پ ایک پیمانہ ہے جس پر سطح کی بلندی پڑھی جا سکتی ہے۔

تجربہ کے لئے کسی ایک بلندی پر سطح کو قائم کر کے پلڑے پر وزن رکھو اور دیکھو کہ بیلن کو سنبھالنے کے لئے کتنی قوت درکار ہوتی ہے۔ اس کو صحیح طور پر معلوم کرنیکا طریقہ یہ ہے کہ پلڑے میں ایک وزن ایسا رکھو کہ بیلن

شکل ۱۰۳

سطح پر اوپر کی جانب بس حرکت کرنے لگے، پھر اور وزن اضافہ کر کے ایسا وزن معلوم کرو کہ بیلن عین نیچے کی جانب حرکت کرنے لگے۔ تو پھر ان دونوں وزنوں کا اوسط وہ قوت ہوگی جو بیلن کو سنبھال لے گی۔

پس اگر ق = پلڑے + باٹوں کا وزن = قوت

اور و = بیلن کا وزن = بوجھ

تو مفاد حیلی = ق/و

چونکہ قوت یہاں سطح کے متوازی عمل کر رہی ہے اس لئے

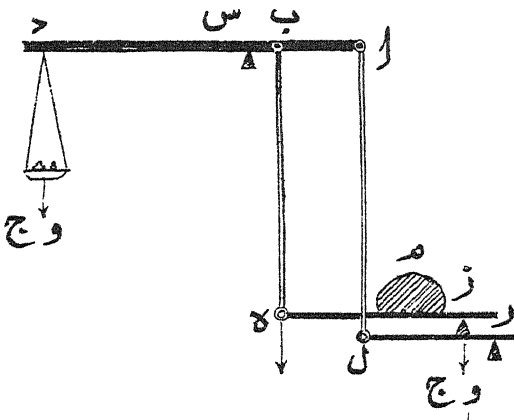
مفاد حیلی = ح/ل جہاں ح = سطح کی بلندی، ل = سطح کا طول

پس ثابت کرو کہ ق/و = ح/ل

متفرق مشینیں | ہم یہاں چند ایسی مشینوں کا ذکر کریں گے جو خاص خاص کاموں میں آتی ہیں۔ اُن کا اصول مذکورہ بالا کسی نہ کسی مشین سے متعلق ہے۔

(۱) تولنے کی مشینیں :۔ بھاری وزنوں کو تولنے کے لئے ایک مشین استعمال کی جاتی ہے جس کا اُصول شکل ۱۴۷ء سے واضح ہو جائے گا۔ اس میں تین بیرم اس ح، کا نہ، ل سا کام کرتے ہیں۔ جس تختے پر بوجھ رکھا جاتا ہے وہ بیرم ہ نہ سے ملا ہوتا ہے اور پہلے بیرم کے سرے ح پر ایک پلڑا ہوتا ہے۔ بیرم کا نہ کا جو نصاب ہے وہ ثابت نہیں بلکہ وہ بیرم ل سا میں لگا ہوا ہے۔ اس بیرم کا نصاب سا ثابت ہے۔

شکل ۱۴۷ء

اب فرض کرو کہ بوجھ کی کمیت م ہے تو عاملِ قوت م ج ہوگی۔ یہ وزن ہ اور نہ پر تقسیم ہو جاتا ہے۔ فرض کرو کہ نہ پر بوجھ و۱ ج ہے۔ پس ہ پر بوجھ (م - و۱) ج ہوگا۔ اگر ل سا = ن × نہ سا تو نہ پر بوجھ و۱ ج کو ہم ل پر بوجھ و۱ج/ن مان سکتے ہیں۔ اور اگر اس = ن × ب س تو ل پر بوجھ و۱ج/ن کو ہم ب پر بوجھ و۱ج/ن × ن یعنی و۱ ج لے سکتے ہیں۔ لیکن ہ پر بوجھ کو ہم ب پر منتقل کر سکتے ہیں۔ اس لئے ب پر مجموعی بوجھ = م ج۔

اور یہ بوجھ تختے پر شے کے محل کے تابع نہیں۔ اب اس بوجھ کی پیمائش کے لئے بیرم س ح کو اس کا ۱۰ یا ۱۰۰ گنا بنایا جا سکتا ہے۔ جب یہ صورت واقع ہو تو پھر پلڑے میں وزن و کمیت م کی متناظر کسر ہوگی۔

(۲) رومی تنگ :۔ بھاری چیزوں کو تولنے کے لئے یہ ایک دوسری مشین ہے۔ اس میں ایک غیر یکساں سلاخ ا ب (شکل ۱۵۰ء) ہوتی ہے۔ اس سلاخ کا ایک ثابت نصاب س پر ہوتا ہے۔ اسی نصاب کے گرد سلاخ

حرکت کر سکتی ہے۔ نا پر سلاخ کا مرکز جاذبہ ہے۔ س اس مرکز سے قدرے بائیں جانب ہے۔ ایک کانٹا یا پلڑا ھ سے لٹکایا جاتا ہے اور اس میں شے زیر وزن رکھی جاتی ہے۔ اور د پر ایک متحرک کمیت ک ہے جو اس

شکل ۱۰۵

پر حرکت کر سکتی ہے۔ د کو ایسے مقام پر رکھا جاتا ہے کہ سلاخ اب افقی ہو جائے۔ اس سے پھر ھ یعنی شے کے وزن کی دریافت ہو جاتی ہے۔ سلاخ کی تعبیر کیلئے فرض کرو کہ جب بوجھ صفر ہو تو د کی وضع ق ہے۔
اس کا محل ک × ق س = مہ × س نا سے حاصل ہوتا ہے، جہاں مہ = سلاخ کی کمیت اگر بوجھ کا وزن چودہ چودہ پونڈ یعنی اسٹونوں میں بیان کیا جائے تو فرض کرو کہ ایک اسٹون وزن سے د کا محل ق۱ پر ہو جاتا ہے۔ پس

ک × ق۱ س = مہ × س نا + (۱ × ھ س)

دوسری سے پہلی مساوات کو منہا کرنے سے

ک × ق ق۱ = ۱ × ھ س

اسی طرح جب وزن ۲، اسٹون ہو تو د کا محل

ک × ق ق۲ = ۲ × ھ س سے حاصل ہوگا۔

پس اس طرح ایک پیمانہ مرتب کیا جا سکتا ہے جس سے وزن اسٹون اور اس کی کسر میں حاصل ہونگے۔ بجائے اسٹون کے من سیر بھی بالکل اسی طرح استعمال کئے جا سکتے ہیں چنانچہ ہندوستان کے ریلوے اسٹیشنوں پر جو تنگ اس طرح استعمال ہوتے ہیں اُن میں اکثر من سیر سے کام لیا جاتا ہے۔

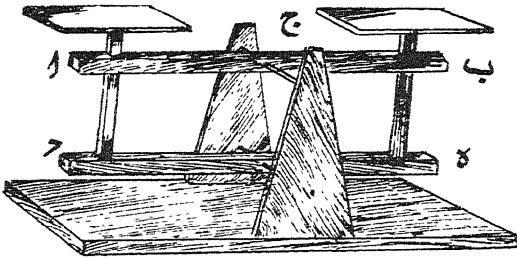
(۳) ڈینی تنگ:۔ اس میں ایک سلاخ اب (شکل ۱۰۵ الف) ہوتی ہے جس کا سرا ب کرے کی شکل میں ہوتا ہے۔ دوسرے سرے پر ایک پلڑا ہوتا ہے جس میں کمیت زیر پیمائش رکھی جاتی ہے، پلڑا ثابت ہوتا ہے۔ پس کمیت کی پیمائش سلاخ میں اسی نقطہ کی دریافت سے ہوتی ہے جس کے گرد وہ متوازن ہو جائے۔ تنگ کی تعبیر کے لئے فرض کرو کہ کل کا

شکل

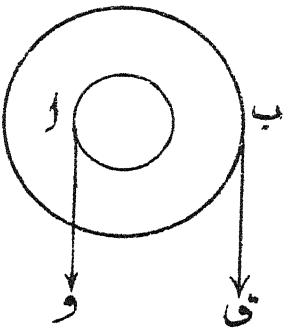
وزن لبشمول پلڑے کے ک ہے۔ جب پلڑے میں بوجھ م ہو تو فرض کرو کہ س نصاب کا محل ہے۔ تو س کے گرد معیار اثر لینے سے م ج × اس = ک ج × س = ک ج (ا سا - ا س)

∴ اس = $\frac{ک}{م + ک}$ اسا

اس سے معلوم ہوا کہ سب سے پہلے تنگ کو سا کے گرد متوازن کرنا چاہیے یعنی سا کا محل معلوم ہونا چاہیے۔ فرض کرو کہ ک = ۱ اسٹون۔ تو اسا کا وسطی نقطہ نصاب ہوگا۔ اسی طرح اگر بوجھ ۲ اسٹون ہو تو نصاب کو $\frac{1}{3}$ اسا پر ہونا چاہیے۔ پس اگر بوجھ ن اسٹون ہو تو نقطہ توازن ایسا ہونا چاہیے کہ اس = $\frac{1}{ن + 1}$ اسا

(۴) خطوط تولنے کی ترازو:۔ اس کو "رابروال" کی ترازو بھی کہتے ہیں۔ اس کی ایک صورت وہ ہے جو شکل ۱۶۶ میں دکھلائی گئی ہے۔ اس میں ایک ڈنڈی ا ج ب ہے جو ایک نصاب ج پر گھومتی ہے۔ ا اور ب پر دھاریں ہیں اُن میں اوپر کی طرف پلڑے لگے ہوئے ہیں۔ پلڑوں کے نیچے دو مساوی اور انتصابی سلاخیں ا د، اور ب ہ لگی ہوئی ہیں۔ ان سلاخوں کے نیچے والے سروں کو ایک افقی سلاخ د ہ ملاتی ہے یہ سلاخ ڈنڈی کے متوازی اور مساوی ہے۔ اسکا وسطی نقطہ و ہے جو عین ج کے نیچے ہے اور جس کے گرد سلاخ گھوم سکتی ہے۔ اس ترتیب میں نفع یہ ہے کہ ترازو کی اہتزازی حالت میں بھی سلاخیں ا د اور ب ہ، انتصابی رہتی ہیں اور پلڑے افقی رہتے ہیں۔ اگر ڈنڈی کے بازو برابر ہوں تو دوسرا نفع اس ترتیب میں یہ ہے کہ پلڑوں پر وزن جہاں چاہیں رکھے جاسکتے ہیں۔ کیونکہ اگر ڈنڈی کو ذرا حرکت دی جائے تو جتنا فاصلہ کوئی ایک پلڑا نیچے کی جانب طے کریگا اُتنا ہی فاصلہ دوسرا پلڑا اوپر کی جانب کرے گا۔ اس لئے دونوں وزن برابر ہونے چاہئیں۔

شکل ۱۶۶

(۵) چرخ اور محور:۔ اس مشین میں دو اسطوانے ہم محور ہوتے ہیں۔ ایک اسطوانہ ب (شکل ۱۶۷) قطر میں بڑا ہوتا ہے۔ اسی کو چرخ کہتے ہیں۔ دوسرا اسطوانہ محور یا دھر کہلاتا ہے۔ دونوں اسطوانوں کے گرد رسیاں لپیٹی جاتی ہیں۔ لپیٹ کی سمت دونوں میں مختلف ہوتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ جب مشین حرکت میں آتی ہے تو ایک رسی چڑھتی ہے اور دوسری اُترتی ہے۔ چرخ پر جو رسی ہوتی ہے قوت اس کے سرے پر لگائی جاتی ہے۔ اور وزن یا بوجھ دوسری

شکل ۱۶۷

رسی پر رہتا ہے۔

فرض کرو کہ ص۱ = محور کا نصف قطر

ص۲ = چرخ " "

جب ایک گردش کامل ہو جاتی ہے تو چرخ کی رسی کے سرے کا طے کردہ فاصلہ = ۲π ص۲

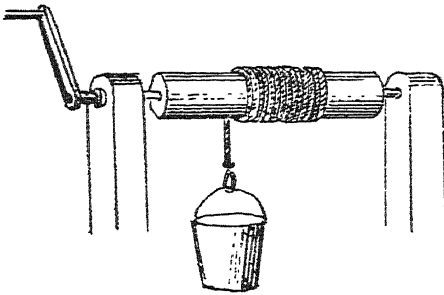
اور محور " " " " " " " " " " = ۲π ص۱

∴ پہلی صورت میں کام کی مقدار = ۲π ص۲ × ق

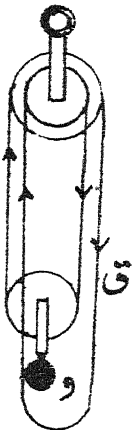
اور دوسری " " " " " " = ۲π ص۱ × و

لیکن چونکہ کسی مشین میں انجام دادہ کام کبھی اس سے زیادہ نہیں ہو سکتا جتنا کہ مشین پر صرف ہوا ہے۔

∴ ۲π ص۲ × ق = ۲π ص۱ × و

∴ مفاد حیلی = $\frac{\text{و}}{\text{ق}}$ = $\frac{\text{ص}_2}{\text{ص}_1}$

اگر بجائے دو اسطوانوں کے ایک افقی بیلن ہو جس کے ایک طرف ایک دستہ لگا ہو تو پھر اس صنعت کو گراری کہتے ہیں۔ (شکل ۱۰۸)۔ اس کو کنوؤں سے پانی کھینچنے کے کام میں لاتے ہیں اس میں بیلن یا گراری کا نصف قطر وزن کا بازو ہوتا ہے اور دستہ کا طول قوت کا بازو ہے۔

(۶) تفریقی چرخی:- جب بھاری وزن اٹھانا ہوتے ہیں تو اکثر تفریقی چرخی کا استعمال کیا جاتا ہے۔ (شکل ۱۰۹)

شکل ۱۰۸

اس میں دو بلاک ہوتے ہیں۔ ایک ثابت ہوتا ہے اور ایک متحرک۔ ثابت بلاک میں چرخیوں کے دو جٹ مختلف قطروں کے ہوتے ہیں۔ یہ جٹ ایک دوسرے سے استواری کے ساتھ ملے ہوتے ہیں۔ متحرک بلاک میں صرف ایک ہی جٹ ہوتا ہے۔ ایک بے کنار زنجیر ہر جٹ پر سے گزرتی ہے۔ زنجیر کو پھسلنے سے روکنے کے لئے چرخیوں کے محیط پر دندانے ہوتے ہیں جن پر زنجیر کی کڑیاں بیٹھ جاتی ہیں۔

فرض کرو کہ قوت ق اتنا نیچے اُتر جاتی ہے کہ ثابت چرخی ایک مرتبہ گھوم جائے۔ اگر ص۱ = بڑے جٹ کا نصف قطر، ص۲ = چھوٹے جٹ کا نصف قطر۔

تو ق کا کردہ کام = ۲π ص۱ × ق اور ایک چکر میں زنجیر کا جو حصہ کھلے گا اس کا

شکل ۱۰۹

طول = ۲π ص۲

∴ وزن کا طے کردہ فاصلہ (اوپر کی جانب) = ½ (۲π ص۱ - ۲π ص۲)

∴ وزن پر کردہ کام = π و (ص۱ - ص۲)

چونکہ ہر دو صورتوں میں کام کو مساوی ہونا چاہیئے۔

∴ ق × ۲π ص۱ = π و (ص۱ - ص۲)

∴ مفاد حیلی = و/ق = ۲ص۱/(ص۱ - ص۲)

اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ جب جٹوں کے نصف قطروں میں فرق کم ہوتا ہے تو تفریقی چرخی کا مفاد حیلی بہت زیادہ ہوتا ہے۔

(۷) ہسپانوی چرخی:- یہ چرخیوں کی ایک کارآمد ترکیب ہے۔ شکل ۱۱۰ میں ا اور ب دو متحرک چرخیاں ہیں۔ جو ایک ڈورے سے آویزاں ہیں۔ چرخی س ثابت ہے۔ وزن چرخی ا میں لگایا جاتا ہے۔ ایک ڈورا ایک ثابت نقطے د سے چل کر ا کے نیچے سے ہوتا ہوا ب پر سے گزرتا ہے۔ قوت ق اسی کے سرے پر لگائی جاتی ہے۔

شکل ۱۱۰

فرض کرو کہ چرخیوں ا اور ب کے وزن = و۱، و۲

وزن اور ا کا طے کردہ فاصلہ = لا

اگر چرخی ب ثابت ہوتی ہے تو ڈورے کا ایک طول ۲ لا ڈھیلا ہو جاتا ہیں

قوت کا طے کردہ فاصلہ = ۲ لا

لیکن چونکہ ا اور ب ایک ڈورے سے ملے ہوئے ہیں اس لئے

اوپر کی جانب ا کا طے کردہ فاصلہ = نیچے کی جانب ب کا طے کردہ فاصلہ

اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ قوت کو ایک فاصلہ ۲ لا اور طے کرنا پڑتا ہے۔

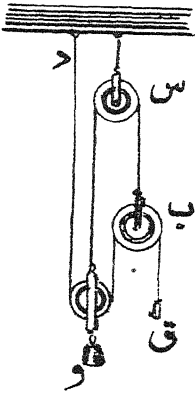
∴ قوت کا مجموعی طے کردہ فاصلہ = ۴ لا

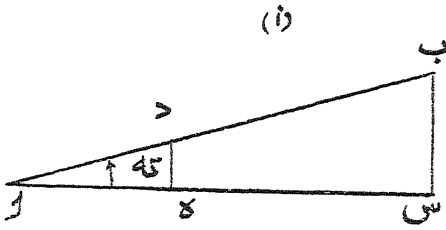
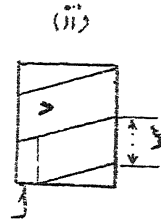
∴ (و + و۱) لا = و۲ لا + ق × ۴ لا

یا و = و۲ - و۱ + ۴ ق = ۴ ق، اگر و۱ = و۲

عملاً چونکہ دونوں چرخیاں برابر وزن کی ہوتی ہیں اس لئے

مفاد حیلی = و/ق = ۴

(۸) پیچ:- پیچ سے مراد دھات کا ایسا اسطوانہ ہے جس کے چاروں طرف ایک نالی کھدی ہوتی ہے یا یوں کہتے

ہیں کہ ایک چوڑی یکساں طریقہ پر چڑھی ہوئی ہے۔ لوہے کے پاُدان یا ڈھبری پر ایک جوابی چوڑی کٹی ہوتی ہے۔ جب پیچ کو ایک مرتبہ گھمایا جاتا ہے تو وہ اتنا فاصلہ طے کرتا ہے جو دو متصل چوڑیوں کے درمیان ہوتا ہے۔ اس فاصلے کو پیچ کی گھائی کہتے ہیں۔

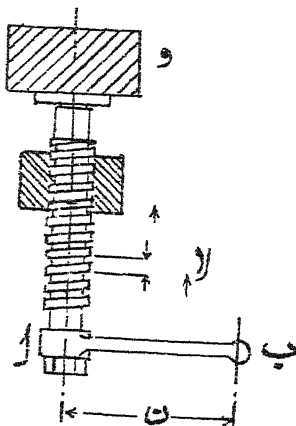
پیچ دراصل سطح مائل کی ایک دوسری شکل ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ ایک مثلث (شکل ۱۱۱ (ا)) اب س پتلے کا بنایا جائے اور اسکو ایک قائم اسطوانے کے گرد لپیٹا جائے تاکہ قاعدہ اس اسطوانہ کے محور کے علی القوائم مستوی میں رہے تو مثلث کے وتر کا نقش ایک مرغولہ

شکل ۱۱۱

ہوگا۔ فرض کرو کہ د ہ مثلث اب س کے قاعدہ کے علی القوائم ایک خط ہے۔ جب کاغذ موڑا جاتا ہے تو ہ اُوپر منطبق ہوجاتا ہے اور د، انتصاباً اوپر ہوتا ہے ا کے۔

ضلع اب کا نقش پیچ کی چوڑی ہوگا اور اس لئے د ہ پیچ کی گھائی ہے۔

زاویہ ب ا س = تہ کو پیچ کا زاویہ کہتے ہیں۔ شکل سے واضح ہے کہ

$$\text{مس تہ} = \frac{\text{د ہ}}{\text{ا ہ}} = \frac{\text{پیچ کی گھائی}}{\text{اسطوانہ کا محیط}}$$

عملاً جو پیچ استعمال کئے جاتے ہیں اُن میں چوڑی ذرا نکلی ہوتی ہے، اسی کی وجہ سے پیچ دوسری چیزوں میں بیٹھ جاتا ہے۔ لیکن اس سے رگڑ بہت پیدا ہو جاتی ہے۔ اسی لئے پیچ کا مفاد حیلی جو ذیل میں اخذ کیا گیا ہے وہ تقریبی حد تک پیچوں میں حاصل ہوتا ہے۔

شکل ۱۱۲

مفاد حیلی کے لئے فرض کرو کہ حسب شکل ۱۱۲ ایک کامل طور سے مُلیس پیچ ایک کاملاً ملیس "گھر" میں حرکت کر رہا ہے۔ اور فرض کرو کہ وہ ایک بوجھ و سنبھالے ہوئے ہے۔ ان حالات میں اگر سب کی وضع انتصابی ہو تو پیچ گردش کرے گا اور نیچے اُترے گا، جب تک کہ کوئی قوت ق بازو اب کے سرے پر افقی وضع میں عمل نہ کرے۔

اگر ن = پیچ کے محور سے ب کا فاصلہ

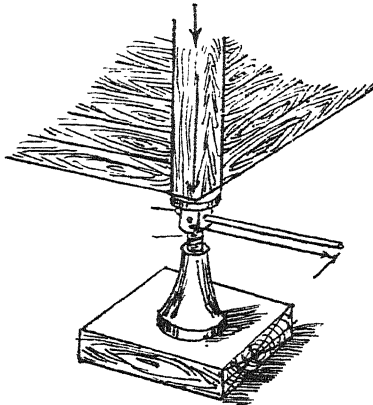
تو ۲ π ن = ق کا طے کردہ فاصلہ ایک کامل گردش میں۔

∴ ق کا کردہ کام = ق × ۲π ن

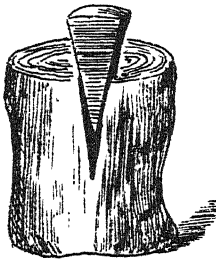
اگر لا = پیچ کی گھائی

تو جاذبہ کے خلاف و کا کردہ کام = و لا

∴ ۲π ن ق = و لا ∴ مفاد حیلی = و/ق = ۲π ن/لا

جب بوجھ بہت زیادہ ہوتے ہیں تو پھر ایک دوسرے قسم کا پیچ استعمال کیا جاتا ہے جس کو جیک پیچ یا صرف جیک کہتے ہیں۔ پہیوں وغیرہ کی درستی کے وقت موٹر کو اُٹھانے کیلئے ایسا ہی جیک کام میں لایا جاتا ہے۔ اس کی ایک سادہ سی شکل یہاں درج کی جاتی ہے (شکل ۱۱۳) اگر پیچ کی گھائی کو کم کردیا جائے تو مفاد حیلی بہت بڑھ سکتا ہے، یا پھر قوت والے بازو کے طول کو بڑھا دیا جائے تو بھی مفاد حیلی زیادہ حاصل ہوگا۔

شکل ۱۱۳

کاغذ دبانے کا شکنجہ، جہاز کا پیچ بان، اوزار پکڑنے کا شکنجہ وغیرہ یہ سب پیچ کے عملی استعمال کی مختلف صورتیں ہیں۔

(۹) فانہ :۔ یہ ایک قسم کا دہرا منشور یا دہری سطح مائل ہوتی ہے۔ بالعموم لوہے یا فولاد یا ایسی ہی کسی سخت چیز کا بنا ہوتا ہے۔ یہ لکڑی جیسی چیزوں کے چیرنے کے کام میں لایا جاتا ہے۔ (شکل ۱۱۴)

شکل ۱۱۴

چنانچہ اگر ب اس ایک فانہ ہو جس کا زاویہ تہ ہے اور اس کو کسی لکڑی میں ایک وزن و اُتار رہا ہو (شکل ۱۱۵)، جو نیچے کی جانب عمل کر رہا ہو تو فانہ کے ملیس ہونے کی صورت میں ہم وزن و اور لکڑی کے ردعمل کے درمیان علاقہ دریافت کرسکتے ہیں بشرطیکہ فانہ کے دونوں پہلو انتصابی سے مساوی زاویوں پر مائل ہوں اور شئے زیر شگاف کے ردعمل ر۱، ر۲ فانہ کے پہلوؤں پر علی القوائم ہوں۔

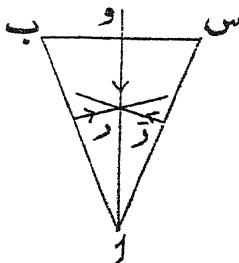
شکل ۱۱۵

ر۱ اور ر۲ کے انتصابی اجزا و کی تعدیل کرتے ہیں اور افقی اجزا ایک دوسرے کی تعدیل کرتے ہیں۔

اس لئے انتصاباً تحویل کرنے سے

و = (ر۱ + ر۲) جب تہ/۲

ر۱ جم تہ/۲ = ر۲ جم تہ/۲ ∴ ر۱ = ر۲ اور

$\text{و} = ۲\,\text{سا جب}\ \frac{\text{تہ}}{۲}$

لیکن فانہ کے استعمال میں بہت زبردست فرق ظہور پذیر ہوتی ہے، اس لئے جو قیمت ہم نے اخذ کی ہے وہ زیادہ قابل اعتبار نہیں۔ پس اگر ہم فرکی قوتوں ق کو فانہ کے پہلوؤں کے متوازی عمل پیرا سمجھیں تو

$\text{و} = ۲\,\text{سا جب}\ \frac{\text{تہ}}{۲} + ۲\,\text{ق جم}\ \frac{\text{تہ}}{۲}$

اس پر بھی جبتک ہمیں سا اور ق میں کوئی علاقہ نہ معلوم ہو ہم مفاد حیلی کی کوئی صحیح قیمت نہیں دریافت کرسکتے۔

مشقی سُوالات نمبر ۱۰

۱۔ ایک پمپ کے دستہ کی لمبائی ۳۰ انچ ہے۔ بوجھ کا بازو ۳ انچ ہے اور دستہ پر ۵۰ پونڈ کی ایک قوت عمل کرتی ہے۔ بتلاؤ کتنا بوجھ اُٹھایا جاسکتا ہے؟

بوجھ × بوجھ کا بازو = قوت × قوت کا بازو ∴ بوجھ × ۳ = ۵۰ × ۳۰ ∴ بوجھ = ۵۰۰ پونڈ

۲۔ پہلی قسم کے ایک بیرم کی مدد سے ایک شخص ۳۳۰ پونڈ وزنی ایک پتھر اٹھاتا ہے۔ بیرم کا طول ۶ فٹ ہے۔ نصاب سے پتھر تک کا فاصلہ ۰٫۵ فٹ ہے اور جہاں وہ شخص قوت لگاتا ہے وہاں تک کا فاصلہ ۵٫۵ فٹ ہے۔ شخص کو ۳۰ پونڈ کی قوت لگانے کی ضرورت پڑتی ہے۔ بیرم کا مفاد حیلی کیا ہے؟

بوجھ × بوجھ کا بازو = قوت × قوت کا بازو ∴ مفاد حیلی = $\frac{\text{بوجھ}}{\text{قوت}} = \frac{\text{قوت کا بازو}}{\text{بوجھ کا بازو}} = \frac{۵٫۵}{۰٫۵} = ۱۱$

نیز مفاد حیلی = $\frac{\text{بوجھ}}{\text{قوت}} = \frac{۳۳۰}{۳۰} = ۱۱$

۳۔ چرخیوں کے دوسرے نظام میں اگر نیچے والے بلاک میں ۴ چرخیاں ہوں تو ۲ ہنڈرڈ ویٹ کا بوجھ اُٹھانے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟

$\frac{\text{بوجھ}}{\text{قوت}} = ۲ \times ۴$ ∴ قوت = $\frac{\text{بوجھ}}{۸} = \frac{۲ \times ۱۱۲}{۸} = ۲۸$ پونڈ

۴۔ چرخیوں کے ایک نظام میں تمام ڈورے متوازی ہیں اور بوجھ سے ملے ہوئے ہیں۔ اگر چرخیوں کی تعداد ۶ ہو اور بوجھ ۹ ہنڈرڈ ویٹ تو قوت پونڈ وزن دریافت کرو۔

۵۔ چرخیوں کے ایک نظام میں طاقت ۱ فٹ اُترتی ہے تو بوجھ ۱٫۱ انچ چڑھتا ہے، تو ۱ ہنڈرڈ ویٹ کے بوجھ کو اٹھانے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟

۶۔ چرخیوں کے ایک نظام میں ہر ڈورا اس سلاخ سے لگا ہے جس سے بوجھ آویزاں ہے۔ اگر سلاخ میں تین ڈورے لگے ہوں اور ہر چرخی کا وزن $۱\frac{۱}{۲}$ پونڈ ہو تو $۲۴\frac{۱}{۲}$ پونڈ کا بوجھ سنبھالنے کیلئے کتنی قوت کی ضرورت ہے؟

۷۔ چرخیوں کے ایک نظام میں ایک ہی ڈورا تمام چرخیوں پر سے گزرتا ہے اگر ۶ پونڈ کا ایک وزن ۲۰ پونڈ کے ایک بوجھ کو سنبھال لے اور ۸ پونڈ کا ایک وزن ۲۴ پونڈ کو سنبھال لے تو چرخیوں کی تعداد اور نیچے والے بلاک کا وزن دریافت کرو۔

۸۔ چرخیوں کے تیسرے نظام میں ۵ متحرک چرخیاں ہیں۔ ہر ایک کا وزن نصف پونڈ ہے۔ بوجھ ۲۵ پونڈ ہے، قوت دریافت کرو۔

۹۔ چرخیوں کے ایک نظام میں ہر چرخی کو ایک علیحدہ ڈورا سنبھالے ہوئے ہے۔ اگر نظام میں ۴ چرخیاں ہوں اور ہر ایک کا وزن ۱ پونڈ ہو تو ۵۶ پونڈ کے بوجھ کو سنبھالنے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی؟ اگر چرخیوں کا وزن نظر انداز کر دیا جائے تو قوت کتنی ہوگی؟

۱۰۔ ایک سطح افقی سے ۶۰° پر مائل ہے۔ اس سطح پر ایک بوجھ ؈ کو سنبھالنے کے لئے کتنی افقی قوت درکار ہوگی؟

۱۱۔ ایک سطح مائل کی بلندی ۴ فٹ ہے۔ سطح کی سمت میں عمل کرنیوالی ایک قوت ق ایک بوجھ ؈ کو سنبھالتی ہے۔ اگر بلندی بدل دی جائے اور سطح کا طول وہی رہے تو پھر بوجھ کو سنبھالنے کے لئے ۲ ق کی ضرورت ہوتی ہے نئی بلندی دریافت کرو۔

۱۲۔ لوہے کے ایک گولے کو ترازو کے داہنے پلڑے میں رکھنے سے ۸۰ء۰ گرام کی ضرورت ہے۔ جب گولے کو بائیں پلڑے میں رکھتے ہیں تو ۵ء۸۰ گرام درکار ہوتے ہیں۔ گولے کا صحیح وزن دریافت کرو۔

۱۳۔ ایک سطح مائل کا طول ۸ فٹ ہے اور اس کی بلندی ۳ فٹ ہے۔ سطح پر ایک کمیت رکھی ہوئی ہے۔ اس سطح کا مفاد حیلی کیا ہوگا؟

۱۴۔ ۱۲ فٹ لمبا ایک بیرم ا ب سرے ب سے ۵ فٹ پر ترازو ہو جاتا ہے، جبکہ ا اور ب پر ۱۲ پونڈ کے وزن لٹکائے جاتے ہیں۔ بیرم کا وزن دریافت کرو۔

۱۵۔ ایک یکساں بیرم کا وزن ۱۶ پونڈ ہے۔ وہ اپنے وسطی نقطہ سے ۱ فٹ کے فاصلہ پر متوازن ہوتا ہے جبکہ اس کے سروں سے ۶ پونڈ اور ۱۰ پونڈ کی کمیتیں آویزاں کیجاتی ہیں۔ بیرم کا طول دریافت کرو۔

سولھواں باب

لچک

زور اور فساد | کسی جسم پر قوتوں کا ایک نظام عمل کرے تو ہو سکتا ہے کہ جسم میں بہ حیثیت مجموعی کوئی حرکت نہ واقع ہو لیکن اس کے مختلف حصوں میں اضافی سرک واقع ہو سکتی ہے۔ اس سے یا تو جسم کی شکل بدل جاتی ہے یا پھر اس کے ابعاد میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں کہتے ہیں کہ جسم فساد کی حالت میں ہے۔ جب جسم فساد کی حالت میں ہوتا ہے تو ایسی قوتیں عمل کرنے لگتی ہیں جو ذروں کی اضافی سرک کو روکتی ہیں۔ ان قوتوں کو زور کہتے ہیں۔ سادہ زور اور فساد کی حسب ذیل تین قسمیں ہیں:۔

(۱) تمدیدی زور اور فساد:۔ جب عاملہ قوت اس طرح کی ہو کہ جسم کے مختلف حصوں میں ایک دوسرے سے جُدا ہونے کا اقتضا پایا جائے تو قوت تمدیدی زور کہلائیگی اور جو فساد پیدا ہوگا وہ تمدیدی فساد ہوگا۔

(۲) تغلیظی زور اور فساد:۔ اگر عاملہ قوت میں جسم کے مختلف حصوں کو ایک دوسرے سے قریب ترلانے کا اقتضا ہو تو زور تغلیظی زور ہوگا اور پھر فساد تغلیظی فساد کہلائے گا۔

(۳) جزئی زور اور فساد:۔ اگر عاملہ قوت کی وجہ سے جسم کے مختلف حصوں میں ایک دوسرے پر لغزش کرنے کا اقتضا پایا جائے تو زور جزئی زور کہلاتا ہے اور فساد جزئی فساد۔

لچک | فساد کی حالت میں جسم پر عمل کرنے والی قوتوں کو اگر ہٹا دیا جائے تو جسم اپنی اصلی شکل اور ابعاد کو پھر حاصل کر لیتا ہے۔ ایسی صورت میں کہتے ہیں کہ جسم میں لچک ہے۔ دوسرے باب میں ہم اس کی تعریف بیان کر چکے ہیں۔

کلیہ ہک | لچک کے متعلق بنیادی کلیہ ہک نے دریافت کیا تھا جو بائل کا ہمعصر تھا۔ اس نے ثابت کیا کہ زور فساد کے متناسب ہوتا ہے بشرطیکہ لچک کی حد سے تجاوز نہ کیا گیا ہو۔ یعنی

زور ∝ فساد   ∴ زور = م × فساد   جہاں م = ایک مستقل

اس مستقل کو لچک کا معیار کہتے ہیں۔ اس کا انحصار مادے کی نوعیت اور فساد پیدا کرنے والے زور کی قسم پر ہوتا ہے۔ یعنی

$$\text{لچک کا معیار} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}}$$

لچک کے معیار:۔ زور کی قسموں کے لحاظ سے لچک کے حسب ذیل تین معیار لیئے جاتے ہیں:۔

(۱) ینگ کا معیار:۔ جب کسی سلاخ یا تار کو کھینچا جائے یا دبایا جائے تو اس میں طولی فساد پیدا ہو جاتا ہے اور تمدیدی زور عمل کرتا ہے۔ ایسی صورت میں لچک کے معیار کو ینگ کا معیار کہتے ہیں۔ اسکی تعریف حسب ذیل طریقہ پر کی جاتی ہے:۔

فرض کرو کہ و = ایک تار پر عاملہ کشش یا وزن

ش = تار کی تراش عمودی

ل = تار کا ابتدائی طول

لا = وزن و کی وجہ سے پیدا شدہ تغیر طول۔

واضح رہے کہ زور سے مراد ہمیشہ قوت فی اکائی رقبہ ہوتی ہے اور فساد سے مراد تغیر طول فی اکائی طول ہے۔ بنابریں

$$\text{زور} = \frac{\text{و}}{\text{ش}} \quad \text{اور} \quad \text{فساد} = \frac{\text{لا}}{\text{ل}}$$

$$\therefore \text{ینگ کا معیار} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \frac{\text{و}}{\text{ش}} \times \frac{\text{ل}}{\text{لا}}$$

اگر ی = ینگ کا معیار

$$\text{تو} \quad \text{ی} = \frac{\text{و ل}}{\text{ش لا}}$$

(۲) حجمی لچک کا معیار:۔ لوہے کا ایک ٹکڑا لو اور اس کو ایک مائع کے اندر ڈبو دو، تو لوہے کی سطح پر ایک یکساں دباؤ عمل کرے گا، اس سے اس کے حجم میں تغیر واقع ہوگا اور اگر فی اکائی حجم یہ تغیر معلوم کیا جائے تو حجمی فساد حاصل ہوگا۔ زور حسب سابق قوت فی اکائی رقبہ ہوگا۔ لیکن لچک کا معیار اب حجمی معیار ہوگا۔

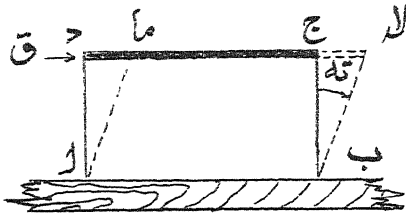
چنانچہ د = دباؤ کی بیشی

ہ = تغیر حجم

ح = ابتدائی حجم

$$\text{تو حجمی معیار} = \text{مع} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \frac{\text{د}}{\frac{\text{ہ}}{\text{ح}}} = \frac{\text{د ح}}{\text{ہ}}$$

(۳) جزی لچک کا معیار، استواری کا معید، یا استواری:۔ جزی فساد اس وقت پیدا ہوتا ہے جب کسی جسم پر جزی زور عمل کرے۔ اس کی ایک مثال یہ ہے کہ ایک موٹی کتاب کو میز پر ایک دفتی کے بل مضبوطی سے کس دیا جائے اور دوسری دفتی پر میز کی سطح کے متوازی ایک قوت لگائی جائے تو کتاب

کی شکل بدل جاتی ہے لیکن اس کی دبازت وہی رہتی ہے۔ کتاب کی بجائے ہم ایک مستطیل بلاک بھی لے سکتے ہیں۔ چنانچہ فرض کرو کہ اب ج د، ربڑ کے ایک بلاک کی تراش ہے (شکل ۱۱۶) اس کو میز پر ایک پہلو اب سے بذریعہ سریش جوڑ دو۔ اوپر کی سطح پر پیتل کی ایک تختی اسی طرح جوڑ دو۔ اب اس تختی پر ایک قوت ق آگے کی طرف حسب سمت شکل لگاؤ۔ یہ قوت اب کے متوازی ہے۔ جب

شکل ۱۱۶

تعادل پیدا ہو جاتا ہے تو فرض کرو کہ تختی وضع لا ما میں ہے، یعنی نیچے والے پہلو کے اعتبار سے تختی میں ایک سرک ج لا واقع ہو گی اسلئے کہتے ہیں کہ بلاک اب جزی فساد کی حالت میں ہے۔

اگر ش = تختی یا بلاک کی بالائی سطح کا رقبہ

ت = بلاک کی دبازت = ا د

ف = سرک ج لا = د ما

تہ = ج ب لا = د ا ما

جزی زور = $\frac{ق}{ش}$

جزی فساد = $\frac{ف}{ت}$ = اکائی فصل سے دو افقی سطحوں کے درمیان پہلوی سرک

∴ جزی لچک کا معیار = $\frac{ق \backslash ش}{ف \backslash ت} = \frac{ق \backslash ش}{تہ}$ ∵ $\frac{ف}{ت}$ = مس تہ = تہ جب تہ ← ۰

اس معیار کو استواری کا معیار یا محض استواری بھی کہتے ہیں۔ تجربہ کرتے وقت چونکہ بلاک کی دبازت ت کے مقابلے میں سرک ف بہت قلیل ہوتی ہے اسلئے تہ = مس تہ = $\frac{ف}{ت}$ لیا جا سکتا ہے۔

ایسی صورت میں جزی فساد = تہ = جزی زاویہ

<u>لچک کی حد</u>| لچک کی جو تعریف ہم نے اوپر کی ہے اس سے اجسام کی دو قسمیں قرار پاتی ہیں۔ ایک لچکدار، دوسرے بے لچک، لیکن حقیقت یہ ہے کہ جملہ اجسام ایک حد تک لچکدار ہیں۔ اس کا انحصار عاملہ بوجھ کی مقدار پر ہے۔ چنانچہ اگر سیسے پر چھوٹی چھوٹی تمدیدی قوتیں عمل کریں تو قوتوں کے الگ ہو جانے پر اپنی ابتدائی شکل اور جسامت حاصل کر لیتا ہے۔ یعنی ایسی صورت میں سیسہ مثل ایک لچکدار جسم کے ہوتا ہے۔ لیکن اگر قوتیں چھوٹی نہ ہوں تو پھر سیسہ میں ایک مستقل سٹ پیدا ہو جاتا ہے۔ پس ہر شے

کے لئے زور کی ایک انتہا ہوتی ہے کہ اگر زور اس کے اندر رہے تو فساد ایسا ہوتا ہے کہ وہ جسم زور کے جدا ہونے پر اپنی پہلی حالت پر واپس آجاتا ہے۔ اس انتہا کو حد لچک کہتے ہیں۔

اس کو یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ کسی جسم پر اگر بتدریج بڑھتا ہوا بوجھ عمل کرے تو بگاڑ اس بوجھ کے متناسب ہوگا یعنی جسم کلیہ ہک کا اتباع کرے گا۔ لیکن جب بوجھ ایک خاص قیمت سے بڑھ جائیگا تو پھر یہ تناسب قائم نہ رہے گا اور جسم کلیہ ہک کا اتباع نہیں کرے گا۔ اور کیفیت یہ ہوگی کہ فساد بڑھتا جائے گا یہاں تک کہ جسم ٹوٹ جائے۔

اس حد کے وجود کو واضح کرنے کے لئے ذیل کا تجربہ انجام دیا جا سکتا ہے :۔

ایک ہی قطر کے تانبے کے دو لمبے تار لو۔ ان کو چھت سے آویزاں کرو۔ دونوں میں سے کسی ایک میں برقی رو اتنی گزارو کہ کمرہ تاریک کرنے پر وہ دمکنے لگے۔ جب وہ تار ٹھنڈا ہو جائے تو ہر ایک تار میں پلڑے لگاؤ اُن میں مساوی کمیتیں رکھو۔ وقت واحد میں ۲۵۰ یا ۵۰۰ گرام کا اضافہ کرو۔ شروع شروع میں ہر تار کی تطویل ایک ہی شرح کی ہوتی ہے، اور اگر بوجھ دور کر دئے جائیں تو دونوں تار اپنے طولوں پر واپس آجائیں گے۔ اب اگر بوجھ اور بڑھا دیا جائے تو گرم شدہ تار کیلئے بہت جلد ایسی منزل آجاتی ہے کہ تار کے طول میں بہت جلد جلد اضافہ ہوتا ہے۔ اب اگر بوجھ کو دور کیا جائے تو تار اپنی ابتدائی حالت پر واپس نہ آئے گا۔ اب اسمیں مستقل سٹ پیدا ہو گیا ہے۔ اس سے اس امر کا اندازہ ہو جاتا ہے کہ کسی شے کی لچکی خاصیتوں کا انحصار اسکی سابقہ سرگذشت پر ہوتا ہے۔

لچکی تکان | جب کسی دھات کو بار بار زوروں کے تحت لایا جائے تو وہ "تکان زدہ" ہو جاتا ہے یعنی اس کی طاقت گھٹ جاتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کسی ایک معین زور کے لئے فساد کی قیمت زیادہ ہو جاتی ہے۔ اگر یہ تغیرات کافی عرصہ تک قائم رکھے جائیں تو دھات میں شگاف پڑ جائے گا۔

اس لچکی تکان کا اندازہ ذیل کے تجربہ سے ہو سکتا ہے :۔

ایک ہی طول اور ایک ہی طرح کے دو رقاص لو۔ ایک کو ساکن رکھکر دوسرے کو اہتزاز میں لاؤ۔ اور دو ایک دن تک اہتزاز کرنے دو۔ اس کے بعد اس کو ساکن کر کے ہر دو رقاصوں کے اوقات دوران معلوم کرو۔ جو رقاص کہ "تازہ دم" ہے اس کا وقت دوران دوسرے "درماندہ" رقاص سے کم ہوگا۔

ریل کے پہیوں کی طرح دھات کی جو چیزیں اکثر و بیشتر حرکت اور اہتزاز میں رہتی ہیں اُن میں اس تکان کی وجہ سے طاقت کم ہو جاتی ہے۔

نسیجوں اور ہڈیوں میں لچک | جسم انسانی میں بھی لچک اپنا کام کرتی ہے۔ یہ کام جسم کے لئے بہت مفید

اور راہم ہوتا ہے۔ مثلاً الحاقی نسیجیں ہیں کہ قوت جاذبہ اور عضلاتی تنش کی قوتوں کی مزاحمت کرتی ہیں۔ ہڈیوں کی چپنیوں میں جو لچک ہوتی ہے اس کی وجہ سے جسم سیدھا رہتا ہے۔ پسلیوں میں جو لچک ہوتی ہے اس کی وجہ سے تنفس میں عضلات کے ڈھیلے ہو جانے پر سینہ اپنی طبعی وضع میں آجاتا ہے۔ دوران خون میں جو وقفہ دار حرکت ہوتی ہے وہ اسی لچک کی وجہ سے مسلسل حرکت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

مشقی سوالات ۱۱

۱۔ پیتل کا ایک تار ۲٫۷۱ سمر طویل ہے۔ جب اس پر ۵٫۰ کلوگرام کا بوجھ لادا جاتا ہے تو اسمیں ۰٫۱۳۳ سمر طول میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ طولی فساد کتنا ہے؟

طولی فساد = اضافہ طول / اصلی طول = ۰٫۱۳۳ / ۲٫۷۱ = ۰٫۰۴۹ فی سمر طول

۲۔ فولاد کے ایک اسطوانہ کا حجم ۹۰۰ مکعب انچ ہے۔ اس پر جب ماسکونی دباؤ ڈالا جاتا ہے تو وہ ۰٫۵۷ مکعب انچ دباؤ میں گھٹ جاتا ہے۔ حجمی فساد دریافت کرو۔

حجمی فساد = اضافہ حجم / اصلی حجم = ۰٫۵۷ / ۹۰۰ = ۰٫۰۰۰۶۳۳ فی مکعب انچ

۳۔ ۱٫۰ سمر بلند دھات کا ایک مستطیل بلاک ایک افقی میز پر رکھا ہے۔ میز کی سطح کے متوازی ایک قوت جب بلاک کی بالائی سطح پر عمل کرتی ہے تو اس میں ۱ ممر کی سرک پیدا کر دیتی ہے۔ جزری زاویہ دریافت کرو۔

جزری فساد = جزری زاویہ = ف = ۰٫۰۱ / ۱ = ۰٫۰۱ نیمقطری

۴۔ ایک تار انتصاباً آویزاں ہے۔ اس کا طول ۱۲۰ انچ ہے اور اس کا تراشی رقبہ ۰٫۱۲۵ مربع انچ ہے۔ ۴۵۰۰ پونڈ کا ایک وزن جب تار پر لگایا جاتا ہے تو اس کے طول میں ۰٫۰۱۵ کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ ینگ کا معیار دریافت کرو۔

۵۔ تانبے کی حجمی لچک کا معیار ۶٫۶ × ۱۰^۶ پونڈ فی مربع انچ ہے۔ ۱۰۰ مکعب انچ حجم والے تانبے کے ایک کرے پر ۱۰۰۰ پونڈ فی مربع انچ کا دباؤ ڈالا جاتا ہے۔ تغیر حجم دریافت کرو۔

۶۔ پانی پر جب بقدر ایک ایٹماسفیر کے دباؤ زیادہ کیا جاتا ہے تو اس کا حجم اصلی حجم کا ۱/۲۱۰۰۰ گھٹ جاتا ہے۔ پس ۲۰۰ میٹر عمیق ایک جھیل کی تہہ پر پانی کی کثافت دریافت کرو۔

۷۔ تانبے کے لئے ینگ کا معیار ۱٫۲ × ۱۰^{۱۲} ڈائن فی مربع سمر ہے۔ ۵ میٹر لمبے اور ایک ممر قطر والے

تانبے کے ایک تار پر ۵ کلوگرام کا بوجھ لٹکایا جاتا ہے۔ تو طول میں اضافہ کتنا ہوگا؟

۸۔ اگر فولاد کے لئے ینگ کا معیار ۲×۱۰^{۱۲} ڈائن فی مربع سم ہو تو ۴ میٹر لمبے اور ۱ مم قطر والے تار پر کتنا بوجھ لٹکانا چاہیے کہ طول میں اضافہ ۱ مم کا ہو؟

۹۔ فولاد کے ایک تار کا طول ۴۹۷ سم ہے۔ اس کا قطر ۰٫۰۷۵ سم ہے۔ ۶٫۳ کلوگرام سے طول میں ۰٫۳۵ سم کا اضافہ ہوتا ہے۔ تار کے لئے ینگ کا معیار دریافت کرو۔

سترھواں باب

مادے کی حالتیں

مادے کی حالتیں ہم پہلے باب میں ذکر کر چکے ہیں کہ مادہ تین حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ یعنی ٹھوس، مائع اور گیس کی حالتوں میں۔ ایک ہی شے مختلف اثرات کے تحت ہر سہ حالت میں پائی جاسکتی ہے ہم نے وہاں جو تعریفیں ان حالتوں کی کی ہیں وہ اپنی جگہ صحیح ہیں اور اُن کا اطلاق معمولی ٹھوس اور مائع پر ہوتا ہے لیکن بعض اشیا ایسی ہیں کہ ان کا مقام بتانا مشکل ہے۔

مثال کے طور پر قیر ہے۔ قیر کا ایک سخت ٹکڑا توڑا جائے تو شکن پر آئینہ کی سی کیفیت نمودار ہوتی ہے اور چھونے سے وہ سخت معلوم ہوگا، لیکن اگر اس کو کافی مدت تک چھوڑ دیا جائے، یعنی مہینوں یا برسوں تو وہ پھر بہنے لگتا ہے اور ظرف کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ اس سلسلے میں ایک نہایت عجیب و غریب تجربہ انجام دیا جاسکتا ہے:۔

شیشہ کی ایک اوتھلی رکابی لو۔ اس کی پینیدی پر لکڑی کے چند ٹکڑے رکھو۔ لکڑی پر قیر کی ایک تختی رکھو۔ کافی مدت گزر جانیکے بعد مشاہدے میں یہ آتا ہے کہ لکڑی قیر میں سے ہو کر اوپر چڑھ جاتی ہے اور سیسہ اسمیں اُتر جاتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ لکڑی اوپر آجاتی ہے اور سیسہ پینیدی تک پہنچ جاتا ہے۔

اس بناء پر کہا جاتا ہے کہ قیر بہت گاڑھا مائع ہے۔

ٹھوس اور سیال اوپر کی تقریر سے اتنا واضح ہو گیا ہوگا کہ ٹھوس اور مائع وغیرہ میں تمیز کرنے کے لئے ہم کو ایک اور ہی معیار کی ضرورت ہے۔ یہ معیار ہم لچک میں پاتے ہیں۔ اس کی بناء پر جو تفریق ٹھوس اور مائع یا گیس میں کرتے ہیں وہ ہر حال میں قائم رہتی ہے۔

پچھلے باب میں ہم لچکدار اور بے لچک اشیاء کا ذکر کر چکے ہیں۔ ان اغراض کے لئے ہم مائع اور گیس دونوں کو سیال کہتے ہیں۔ اب تک ہم نے 'حرکت' اور 'سکونیات' میں ٹھوسوں کے خواص سے بحث کی ہے اور اب "ماسکونیات" میں ہم سیالوں کے خواص سے بحث کرنا چاہتے ہیں۔

لچک کے بیان سے اتنا واضح ہے کہ ایک ٹھوس جسم اُن قوتوں کی مزاحمت کرتا ہے جو اس کے حجم کو بدلنا چاہتی ہیں۔ اسی طرح وہ شکل بدلنے والی قوتوں کی بھی مزاحمت کرتا ہے۔ پہلی صورت ہو تو

کہتے ہیں کہ ٹھوس میں حجمی لچک ہے۔ دوسری صورت میں ٹھوس میں شکلی لچک یا استواری مانی جاتی ہے۔

کامل طور سے ٹھوس جسم وہ ہوگا جسمیں ایک محدود قوت کے زیر عمل شکل کی کوئی تبدیلی واقع نہو۔ کوئی جسم کامل طور پر استوار نہیں ہے، لیکن بعض جسموں کی استواری اس قدر زیادہ ہے کہ ہم اُن کو کامل استوار مان سکتے ہیں۔

پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ جس جسم میں شکلی لچک یا استواری ہو وہ ٹھوس ہے۔ اسی کی بدولت ٹھوس اپنی شکل قائم رکھتا ہے۔

ان کے مقابلے میں پانی اور الکوہل جیسی رقیق چیزیں ہیں۔ برف ٹھوس ہے لیکن جب وہ پگھل کر پانی بن جاتا ہے تو پانی کے قطرے بآسانی ایک دوسرے پر حرکت کرتے ہیں۔ ایسی اشیا میں استواری نہیں ہوتی یعنی ذروں میں لغزش پیدا کرنے اور اس طرح شکل بدلنے والی قوتوں کے خلاف ایسی اشیا مزاحمت نہیں پیش کرتیں۔ انہیں اشیاء کو سیال کہتے ہیں۔ پس ٹھوس اور سیال کی تعریفیں حسب ذیل ہوں گی:۔

ٹھوس وہ جسم ہے جو شکل بدلنے والی قوتوں کے خلاف مستقل مزاحمت پیش کرتا ہے۔

سیال وہ جسم ہے جو شکل بدلنے والی قوتوں کے خلاف کوئی مستقل مزاحمت نہیں پیش کرتا۔

مختصر یہ کہ ٹھوس میں استواری ہوتی ہے اور سیال میں نہیں ہوتی۔

ایک کامل سیال وہ جسم ہوگا جو ایسی قوتوں کے اثر کو فوراً قبول کرلے۔ لیکن فطرت میں ایسا کوئی کامل سیال نہیں ہے۔ پانی اور الکوہل میں کچھ نہ کچھ گاڑھاپن یا لزوجت ہے۔ لیکن شہد، شیرہ، گلیسرین وغیرہ کے مقابلے میں پانی کو کامل مانا جاسکتا ہے۔ اسی وجہ سے ایسے سیالوں کو 'لزج سیال' کہتے ہیں۔

ٹھوس اور سیال کی تعریف میں ہم نے جو "مستقل مزاحمت" کا ذکر کیا ہے اس کو واضح کرنے کے لئے ہم ذیل میں چند مثالیں اور درج کرتے ہیں:۔

(۱) شہد یا شیرہ مثل پانی کے سیال ہے۔ اور ہم شہد یا شیرہ کو ایک برتن سے دوسرے برتن میں انڈیل سکتے ہیں گو اس میں دیر لگتی ہے۔ کسی رکابی کے وسط میں ہم شیرے کا ایک ڈھیر لگا سکتے ہیں، لیکن وہ اپنے وزن جیسی چھوٹی قوت کے اثر کو قبول کرلیتا ہے اور ساری رکابی پر پھیل جاتا ہے، یعنی وہ مستقل مزاحمت پیش نہیں کرتا۔

(۲) سریش کو پانی میں پگھلا کر ٹھنڈا ہونے دیا جائے تو وہ سخت جیلی سی بن جاتی ہے۔ سرد حالت میں وہ اپنی شکل قائم رکھتی ہے۔ اس کو اگر قدرے دبایا جائے تو مثل ٹھوس کے وہ اپنی اصلی حالت پر

واپس آجاتی ہے۔ پانی اس میں اور ملا دیا جائے تو ایک چپچپا اور گاڑھا مائع حاصل ہوتا ہے۔ اگر پانی کی مقدار بہت زیادہ کر دی جائے تو پھر لزوجت بہت قلیل ہو جاتی ہے اور سیال عملاً کامل ہو جاتا ہے۔

(۳) مہر کرنے کی لاکھ کے ایک قلم کو اگر کناروں پر سہارا دیکر رکھ دیا جائے تو کچھ عرصہ کے بعد قلم میں خم پیدا ہو جائے گا یعنی وسطی حصہ نیچا ہو جائے گا۔ چھوٹی سی قوت بھی شکل تبدیل کر دیتی ہے لیکن ذرا اس میں مدت لگتی ہے۔

(۴) زرد موم اور پیرافینی موم دونوں ٹھوس ہیں۔ دونوں اپنی شکل برقرار رکھتے ہیں۔ لیکن ذرا سی قوت لگا کر ہم موم کو دوسری شکل دے سکتے ہیں۔ ایسی شے کی استواری بہت کم ہوتی ہے۔ جن حدود کے اندر وہ اپنی شکل دوبارہ حاصل کر سکتا ہے وہ بہت تنگ ہوتی ہیں۔ ایسے جسم کو "شکل پذیر" جسم کہتے ہیں۔ لیکن اگر اس موم کی جگہ پیرافینی موم ہو تو ہم اس کی شکل آسانی سے بدل نہیں سکتے۔ اور اگر اوپر والے تجربے میں لاکھ کے قلم کی جگہ اس کو رکھا جائے تو یہ بیچ میں خم نہیں کھائے گا۔ پس وہ اپنے وزن جیسی قلیل قوت کے اثر کو قبول نہیں کرتا۔ وہ نرم ٹھوس کہلاتا ہے۔

مائع اور گیسیں ہم نے ٹھوس اور سیال میں تفریق استواری کی بنا پر کی ہے۔ سیالوں میں استواری نہیں ہوتی لیکن حجمی لچک ہوتی ہے۔ ٹھوس کی طرح سیال بھی حجم بدلنے والی قوت کی مزاحمت کرتا ہے۔ اور آزاد ہونے پر اپنے حجم کو حاصل کر لیتا ہے۔

لیکن سیال میں مائع اور گیسیں دونوں شامل ہیں اور دونوں میں یہ خاصیتیں مختلف درجوں میں پائی جاتی ہیں۔ مثلاً پانی اور ہوا دونوں سیال ہیں۔ پانی کی کسی کمیت کے حجم میں خفیف سی تبدیلی کے لئے بھی زبردست قوت درکار ہوتی ہے۔ لیکن ہوا میں یہ تبدیلی بآسانی پیدا کی جا سکتی ہے۔

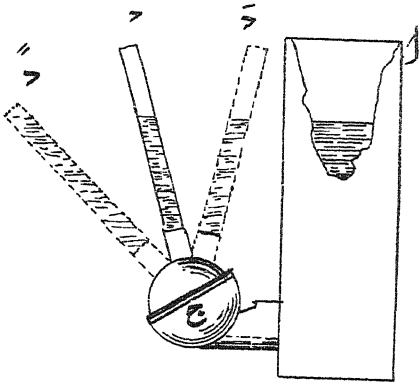
پس اس تغلیظ پذیری کو ہم مائع اور گیس میں مابہ الامتیاز قرار دے سکتے ہیں۔ غیر تغلیظ پذیر سیال مائع ہوں گے مثلاً پانی، تیل، الکوہل سرکہ وغیرہ اور تغلیظ پذیر سیال گیس کہلائیں گے، مثلاً ہوا، آکسیجن، نائٹروجن وغیرہ۔

بنابریں مائع اور گیس کی تعریفیں حسب ذیل ہوں گی:۔

مائع سے مراد وہ شے ہے جو شکل بدلنے والی قوتوں کے خلاف کوئی مستقل مزاحمت پیش نہیں کرتی، لیکن حجم بدلنے والی قوتوں کے خلاف زبردست مزاحمت پیش کرتی ہے۔

گیس سے مراد وہ شے ہے جو شکل بدلنے والی قوتوں کے خلاف کوئی مستقل مزاحمت پیش نہیں کرتی، لیکن حجم بدلنے والی قوتوں کے خلاف خفیف مزاحمت پیش کرتی ہے۔

ایک دوسری اساسی خاصیت جو مائعات میں پائی جاتی ہے وہ یہ ہے کہ مائع ہمیشہ ظرف کی شکل اختیار کرلیتا ہے اور گیس جس فضا میں بھی بند کی جائے اس کو بھر دیتی ہے۔ اسی لئے کہتے ہیں کہ مائع اگر سکون کی حالت میں ہو تو وہ کسی سطح کے مماس کی سمت میں کوئی قوت نہیں لگا سکتا۔ ورنہ لازم آئے گا کہ ایسی قوتیں سطح پر مائع کو حرکت نہ کرنے دیں، اور پھر مائع ظرف کی شکل نہ اختیار کرسکے گا۔

مائعات کی آزاد سطح اگر مائع سکون کی حالت میں ہو تو اس کی بالائی آزاد سطح ہمیشہ مسطح ہوتی ہے۔ اس کے دکھلانے کی بہت سی صورتیں ہیں۔ چنانچہ شکل ۱۱۷ میں ایک ایسا آلہ دکھلایا گیا ہے جس سے یہ امر بخوبی واضح ہوجاتا ہے۔ ظرف اب میں پانی کی سطح افقی ہے، اسی طرح نلی ج د میں بھی پانی کی سطح مسطح ہے۔ خواہ نلی کو دَ کی وضع میں رکھا جائے یا دً کی وضع میں۔

شکل ۱۱۷

اس کے ثبوت میں ہم اس امر کو پیش کرسکتے ہیں کہ اگر سطح کا ایک حصہ دوسرے سے بلند تر ہوتا، تو کل نظام کی توانائی بالقوہ سطح کو مسطح کرنے سے کم ہوجاتی۔ اس عمل کے دوران میں بقیہ مائع پر کوئی کام نہ ہوتا، کیونکہ مائع کا یہ حصہ اپنی سطح کے مماس کی سمت میں کسی قوت سے عمل نہیں کرسکتا۔ اس لئے مائع کی توانائی بالقوہ اپنی اقل قیمت پر نہیں ہے اور اس لئے توازن غیر قائم ہے۔ جب سطح مسطح ہوتی ہے تو مائع کی توانائی بالقوہ کی قیمت اقل ہوتی ہے اور توازن قائم ہوتا ہے۔ پس مائع جب سکون کی حالت میں ہوتا ہے تو اس کی آزاد سطح افقی ہوتی ہے۔

کثافت ہم اس سے پیشتر کثافت کی تعریف درج کرچکے ہیں۔ وہ تعریف ایک متجانس شے کے لئے تھی۔ ہم اس تعریف کو قدرے تغیر سے مکرر درج کرتے ہیں:۔

کسی متجانس شے کی کثافت سے مراد اس شے کی اکائی حجم کی کمیت ہے۔

یعنی اگر ث = کثافت، ح = حجم شے کا، و = وزن شے کا

تو $ث = \frac{و}{ح}$۔

پس کسی متجانس شے کی کثافت معلوم کرنے کے لئے ہم کو اس کے وزن اور حجم کے معلوم کرنے کی ضرورت ہے۔ ان ہردو کی پیمائش کے چند طریقے ہم پیشتر بیان کرچکے ہیں اور کثافت کی دریافت کے

مزید طریقے ہم آیندہ کسی باب میں بیان کریں گے۔

کثافت اضافی | لیکن بسا اوقات ہم کو دو اشیاء کے مساوی حجموں کی اضافی کمیتوں یا اضافی وزنوں ہی کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثلاً ہمارے لئے صرف اتنا ہی کافی ہوتا ہے کہ لوہا پانی سے ۷٫۷ گنا بھاری ہے۔ یعنی لوہے کی کثافت اضافی ۷٫۷ ہے۔ پس

کثافت اضافی سے مراد وہ نسبت ہے جو کسی شے کے ایک حجم کے وزن کو کسی معیاری شے کے مساوی الحجم وزن سے ہوتی ہے۔ یعنی

اگر و = شے کے ایک حجم کا وزن   وَ = معیاری شے کے مساوی حجم کا وزن

اور ثہ = کثافت اضافی

تو $ثہ = \frac{و}{وَ}$

واضح رہے کہ یہ ایک عدد ہے اس میں کسی اکائی کو دخل نہیں۔ البتہ و اور وَ کے لئے اکائیاں ایک ہی ہونی چاہئیں۔

اس علاقہ کو ہم یوں بھی ادا کر سکتے ہیں :۔

فرض کرو کہ و = کسی متجانس شے کا وزن، ح = اس شے کا حجم

ثہ = اس شے کی کثافت   م = معیاری شے کے اکائی حجم کا وزن

تو مساوی الحجم معیاری شے کا وزن = وَ = م ح   لیکن $ثہ = \frac{و}{وَ} = \frac{و}{م ح}$

$\therefore$ و = ح ثہ م

علاوہ بریں ہم کثافت اضافی کی تعریف حسب ذیل طریقے پر بھی کر سکتے ہیں :۔

فرض کرو کہ و = کسی شے کا وزن، ح = اس کا حجم، ک = اس کی کمیت، ث = اس کی کثافت

ثہ = اس کی کثافت اضافی کسی معیاری شے کے لحاظ سے

وَ = اس معیاری شے کے حجم ح کا وزن، کَ = اسکی کمیت، ثَ = اس کی کثافت

تو و = ک ج = ث ح ج   وَ = کَ ج = ثَ ح ج

$\therefore$ $ثہ = \frac{و}{وَ} = \frac{ک ج}{کَ ج} = \frac{ک}{کَ}$

پس کسی جسم کی کثافت اضافی سے مراد اس جسم کی کمیت اور مساوی الحجم معیاری شے کی کمیت کی نسبت ہے۔

پھر $ثہ = \frac{ک}{کَ} = \frac{ث ح}{ثَ ح} = \frac{ث}{ثَ}$

یعنی کسی جسم کی کثافت اضافی سے مراد اس شے کی کثافت اور کسی معیاری شے کی کثافت کی نسبت ہے۔ پھر چونکہ ثہ = ث/ثَ ∴ ث = ثَ ثہ

پس کسی شے کی کثافت اضافی کو اگر معیاری شے کی کثافت سے ضرب دیا جائے تو اُس شے کی کثافت حاصل ہوتی ہے۔

س۔گ۔ث نظام میں معیاری شے یعنی پانی کی کثافت یعنی ثَ ا گرام فی مکعب سمر ہے۔

∴ ث = ثہ گرام فی مکعب سمر

پس س گ ث نظام میں کثافت اور کثافت اضافی ایک ہی عدد سے ظاہر ہوتی ہیں۔

معیاری شے | اوپر جس معیاری شے کا ذکر کیا گیا ہے وہ ٹھوس اور مائع اشیاء کیلئے بالعموم پانی ہوتی ہے۔ وہ اس کے لئے موزوں بھی ہے کیونکہ اس کو ہم خالص حالت میں بآسانی حاصل کر سکتے ہیں۔

لیکن دوسری اشیاء کی طرح پانی کی کثافت بھی ہمیشہ ایک ہی نہیں رہتی۔ اس کا انحصار تپش پر ہوتا ہے۔ ۴°م سے اوپر پانی تپش کے بڑھنے سے پھیلتا ہے۔ اسی وجہ سے معیاری شے کے لئے ضروری ہے کہ اس کی تپش بھی بتلائی جائے۔ پانی کے لئے یہ تپش ۴°م ہے۔ (دیکھو کتاب الحرارت والصوت باب ۱۳)۔ عام طور پر تپش کی وجہ سے کثافت کا تغیر تھوڑا ہی سا ہوتا ہے۔ اس لئے سوائے خاص صورتوں کے بالعموم اسے نظرانداز کر دیتے ہیں۔ بنابریں ا مکعب سمر پانی کا وزن ہم ا گرام لیں گے اور ایک مکعب فٹ کا وزن ۶۲٫۳۲۱ پونڈ اور اس کے لئے تپش کی کوئی قید نہ ہوگی۔

چونکہ گیسوں کی کثافتیں ٹھوس اور مائع کے مقابلے میں بہت قلیل ہیں اس لئے پانی کی بجائے ہائڈروجن کو گیسی کثافت کی معیاری شے مانا جاتا ہے۔ اس کے لئے دباؤ اور تپش دونوں معیاری لئے جاتے ہیں۔

آمیزے کی کمیت اور کثافت | فرض کرو کہ ہم چند ایسی اشیاء ملاتے ہیں جو ایک دوسرے پر کیمیاوی طور پر عمل نہیں کرتیں۔ اس لئے آمیزے کا حجم اشیاء کے حجموں کا مجموعہ ہوگا۔ پس

فرض کرو کہ ح۱، ح۲، ح۳ ۔۔۔ = ان اشیاء کے حجم

ثہ۱، ثہ۲، ثہ۳ ۔۔۔ = " " کی کثافت اضافی

ثَ = معیاری شے کی کثافت

ح = آمیزے کا حجم

ثہ = آمیزے کی کثافت اضافی

تو $\text{ح} = \text{ح}_1 + \text{ح}_2 + \text{ح}_3 + \cdots$

اور آمیزے کی کمیت = اشیاء کی کمیتوں کا مجموعہ

$$= \text{ح}_1\,\text{ثہ}_1\,\text{ث} + \text{ح}_2\,\text{ثہ}_2\,\text{ث} + \text{ح}_3\,\text{ثہ}_3\,\text{ث} + \cdots$$

$$\therefore\ \text{ثہ}\,(\text{ح}_1 + \text{ح}_2 + \text{ح}_3 + \cdots)\,\text{ث} = (\text{ح}_1\,\text{ثہ}_1 + \text{ح}_2\,\text{ثہ}_2 + \text{ح}_3\,\text{ثہ}_3 + \cdots)\,\text{ث}$$

$$\therefore\ \text{ثہ} = \frac{\text{ح}_1\,\text{ثہ}_1 + \text{ح}_2\,\text{ثہ}_2 + \text{ح}_3\,\text{ثہ}_3 + \cdots}{\text{ح}_1 + \text{ح}_2 + \text{ح}_3 + \cdots}$$

$$= \frac{\sum \text{ح}\,\text{ثہ}}{\sum \text{ح}}$$

<u>نوٹ</u>:- (۱) ہم کثافتوں کو استعمال کرکے بھی اس نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔

(۲) اگر آمیزش پر حجم بدل جائے اور مثلاً $\bar{\text{ح}}$ ہو جائے تو سابق کے علاقہ کی بجائے ذیل کا علاقہ لینا پڑیگا۔

$$\bar{\text{ح}}\,\text{ثہ} = \text{ح}_1\,\text{ثہ}_1 + \text{ح}_2\,\text{ثہ}_2 + \text{ح}_3\,\text{ثہ}_3 + \cdots$$

<u>آمیزے کا حجم اور اس کی کثافت</u> فرض کرو کہ اشیاء آمیزہ کے وزن = $\text{و}_1، \text{و}_2، \text{و}_3 \cdots$

〃 〃 کی کثافت اضافی = $\text{ثہ}_1، \text{ثہ}_2، \text{ثہ}_3 \cdots$

〃 〃 〃 〃 〃 〃 ثہ

$$\therefore\ \text{اشیاء کے حجم} = \frac{\text{و}_1}{\text{ثہ}_1\,\text{ث}}،\ \frac{\text{و}_2}{\text{ثہ}_2\,\text{ث}}،\ \frac{\text{و}_3}{\text{ثہ}_3\,\text{ث}} \cdots$$

$\therefore$ آمیزے کا حجم = اشیاء کے حجموں کا مجموعہ

$$\therefore\ = \left(\frac{\text{و}_1}{\text{ثہ}_1} + \frac{\text{و}_2}{\text{ثہ}_2} + \frac{\text{و}_3}{\text{ثہ}_3} + \cdots\right)\text{ث}$$

$$\therefore\ \text{آمیزے کا وزن} = \left(\frac{\text{و}_1}{\text{ثہ}_1} + \frac{\text{و}_2}{\text{ثہ}_2} + \frac{\text{و}_3}{\text{ثہ}_3} + \cdots\right)\text{ثہ}$$

$$= \text{و}_1 + \text{و}_2 + \text{و}_3 + \cdots$$

$$\therefore\ \text{ثہ} = \frac{\text{و}_1 + \text{و}_2 + \text{و}_3 + \cdots}{\frac{\text{و}_1}{\text{ثہ}_1} + \frac{\text{و}_2}{\text{ثہ}_2} + \frac{\text{و}_3}{\text{ثہ}_3} + \cdots}$$

<u>نوٹ</u>:- (۱) کمیت اور کثافت کی رقموں میں بھی ہم ایسا ہی ضابطہ حاصل کر سکتے ہیں۔

(۲) حسب سابق یہاں بھی ضابطہ اُس حالت میں صحیح ہو گا جبکہ اشیاء میں باہمی عمل نہ ہو۔ مثلاً نمک پانی میں حل ہو تو اس پر ضابطہ کا اطلاق نہ ہو گا۔

مشقی سوالات ۱۲

۱۔ ۱۰ سم نصف قطر کے ایک کرے کی کمیت ۵ کلوگرام ہے۔ اس کی کثافت دریافت کرو۔

کرے کا حجم $= \frac{۴}{۳}\pi(۱۰)^۳ = \frac{۴}{۳} \times ۳٫۱۴ \times ۱۰^۳$ م سم، کرے کی کمیت = ۵ کلوگرام = ۵ × ۱۰۰۰ گرام

∴ کرے کی کثافت $= \frac{۵ \times ۱۰۰۰}{\frac{۴}{۳} \times ۳٫۱۴ \times ۱۰^۳} = ۱٫۱۹۴$ گرام فی مکعب سم

۲۔ شیشے کی کثافت اضافی ۲٫۵ ہے۔ اہنڈریڈ ویٹ شیشہ کا حجم کیا ہوگا۔ پانی کے ایک مکعب فٹ کا وزن ۶۲٫۳۲۱ پونڈ ہے۔

پانی کے ۱ پونڈ وزن کا حجم $= \frac{۱}{۶۲٫۳۲۱}$ مکعب فٹ ∴ اہنڈریڈ ویٹ یا ۱۱۲ پونڈ پانی کا حجم $= \frac{۱۱۲}{۶۲٫۳۲۱}$ مکعب فٹ

∴ شیشے کی کثافت اضافی = ۲٫۵ ∴ اہنڈریڈ ویٹ شیشے کا حجم $= \frac{۱۱۲}{۲٫۵ \times ۶۲٫۳۲۱} = ۰٫۷۱۸۹$ مکعب فٹ

۳۔ جست (کثافت اضافی ۷٫۲) اور تانبے (کثافت اضافی ۸٫۹۵) کے ایک بھرت کی کمیت ۴۶۷ گرام ہے۔ اس کا حجم ۶۰ مکعب سم ہے۔ ہر جز کا حجم دریافت کرو۔

فرض کرو کہ جست کا حجم = $ح_1$ تانبے کا حجم = $ح_2$

تو جست کی کمیت = ۷٫۲ $ح_1$، تانبے کی کمیت = ۸٫۹۵ × $ح_2$

∴ ۷٫۲ $ح_1$ + ۸٫۹۵ $ح_2$ = ۴۶۷ اور $ح_1$ + $ح_2$ = ۶۰

∴ ان مساواتوں کو حل کرنے سے $ح_1$ = ۴۰ مکعب سم $ح_2$ = ۲۰ مکعب سم

۴۔ ۱۴ مکعب سم سلفیورک ترشہ (کثافت اضافی ۱٫۸۵) اور ۶ مکعب سم پانی سے ایک آمیزہ تیار کیا جاتا ہے۔ آمیزے کی کثافت اضافی ۱٫۶۱۵ ہے۔ دریافت کرو کہ کتنا انقباض واقع ہوتا ہے۔

اگر انقباض واقع نہ ہو تو آمیزے کا حجم = ۱۴ + ۶ = ۲۰ مکعب سم

فرض کرو کہ حقیقی حجم آمیزے کا = ح مکعب سم

∴ آمیزے کی کمیت = ح × ۱٫۶۱۵ گرام

سلفیورک ترشہ کی کمیت = ۱۴ × ۱٫۸۵ گرام

اور پانی 〃 〃 = ۶ 〃

∴ ح × ۱٫۶۱۵ = ۱۴ × ۱٫۸۵ + ۶

∴ ح = ۱۹٫۷۵ مکعب سم

∴ مطلوبہ انقباض = ۲۰ — ۱۹٫۷۵ = ۰٫۲۵ مکعب سم

۵۔ لوہے کی کثافت اضافی ۷٫۷ ہے۔ ۱۰۰۰ مکعب فٹ لوہے کا وزن کیا ہوگا؟

۶۔ ۵ مکعب فٹ آبنوس کی کمیت ۳۶۵ پونڈ ہے۔ گرام فی مکعب سمر میں اس کی کثافت دریافت کرو۔

۷۔ ایک مائع (کثافت ۰۸ گرام فی مکعب سمر) کے ۱۰ مکعب سمر کو ایک دوسرے مائع (کثافت ۷ گرام فی مکعب سمر) کے ۱۵ مکعب سمر سے ملایا جاتا ہے۔ آمیزے کی کثافت دریافت کرو۔

۸۔ ثۂ اور ثۂ کی کثافت اضافی والی دو چیزیں ملائی جاتی ہیں۔ اُن کے حجم ح اور ح ہیں۔ اگر آمیزے کی کثافت اضافی ثم ہو تو آمیزے کا حجم دریافت کرو۔

۹۔ سمندر کے پانی کی کثافت اضافی ۱۰۳، ہے۔ اس کے ایک گیلن میں کتنا تازہ پانی ملانا چاہیے کہ اسکی کثافت اضافی گھٹ کر ۱۰۱، رہ جائے۔

۱۰۔ ایک مائع (کثافت اضافی ۰۸) کے تین پینٹ ایک دوسرے مائع (کثافت اضافی ۱۰۴،) کے پانچ پنٹ سے ملائے جاتے ہیں۔ اگر مجموعی حجم پر ۵ فیصد کا انقباض واقع ہو تو آمیزے کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۱۔ اگر ایک آمیزے میں اشیاء مساوی الحجم ہوں اور دوسرے آمیزے میں وہی اشیاء مساوی الوزن ہوں تو دونوں میں سے کس آمیزے کی کثافت اضافی زیادہ ہوگی ؟

۱۲۔ دو اشیاء مساوی الحجم لی جائیں تو اُن کے آمیزے کی کثافت اضافی ث، ہے، اگر وہی اشیاء مساوی الوزن لی جائیں تو آمیزے کی کثافت ث، ہوتی ہے۔ ہر دو اشیاء کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۳۔ ایک شے کی کثافت اضافی ۲، ہے۔ اس کو اپنے وزن کے دس گنا وزن پانی میں حل کیا جاتا ہے محلول کی کثافت اضافی ۱۰۱، ہے۔ بتلاؤ کہ مجموعی حجم میں کتنی کمی واقع ہوتی ہے ؟

۱۴۔ گلیسرین اور الکوہل (۱) وزن کے اعتبار سے مساوی حصوں (۱۱) حجم کے اعتبار سے مساوی حصوں میں ملائے جاتے ہیں۔ ہر دو صورتوں میں آمیزے کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۵۔ برف کا ایک تودہ ۳۰۰ فیدم اونچا، ۴۰۰ فیدم چوڑا اور ۳۰۰ فیدم دبیز ہے۔ اگر ا فیدم میں ۶ فٹ ہوں تو تودہ کی کمیت ٹنوں میں دریافت کرو۔

۱۶۔ ۲ پونڈ تانبا اور ۳ پونڈ جست سے پیتل کا ایک ٹکڑا بنایا جاتا ہے۔ تانبے کا حجم ۶ مکعب انچ ہے اور جست کا ½۱۳ مکعب انچ۔ پیتل کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

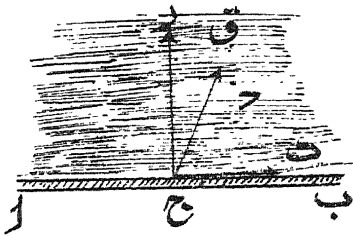
۱۷۔ لوہے میں میل ہونے کی وجہ سے ایک ٹکڑا ڈھالنے پر وزن میں ۳ پونڈ نکلا اور اس کی کثافت اضافی ۵ء۸ دریافت ہوئی۔ اگر لوہے کی طبعی کثافت اضافی ۷،۲ ہو تو بتلاؤ کہ لوہے کے حجم میں کتنا میل تھا۔ ایک مکعب انچ پانی کا وزن ۰،۵۵ وزن لیا جائے۔

۱۸۔ اگر گلیسرین اور پانی کے آمیزے کی کثافت اضافی ۱،۰۹۴ ہو اور خالص گلیسرین کی کثافت اضافی ۱،۲۶ ہو تو آمیزے میں گلیسرین اور پانی کے وزنوں میں کیا نسبت ہے ؟

اٹھارھواں باب

سیالی دباؤ

سیالی قوت سطح کے علی القوائم ہوتی ہے | جب کوئی سیال عاملہ قوتوں کے تحت تعادل کی حالت میں ہوتا ہے تو وہ جس سطح سے بھی مس کرتا ہے اس پر ایسی قوت سے عمل کرتا ہے جو اس سطح کے علی القوائم ہوتی ہے۔

چنانچہ فرض کرو کہ حسب شکل ۱۸۱) ا ب ج، ایک سطح ہے جس پر سیال ایک قوت سے عمل کرتا ہے، یہ قوت ق ہے اور فرض کرو کہ یہ قوت بجائے علی القوائم ہونے کے مائل ہے۔ اور سمت د ج میں عمل کرتی ہے، تو سطح جس قوت سے سیال پر عمل کریگی وہ ق ہوگی

شکل ۱۸۱

بہ سمت ج د۔ اس قوت کو تحویل کریں تو سطح کے علی القوائم اور متوازی سمتوں میں دو قوتیں سا اور ت حاصل ہوں گی۔ قوت سا سیال پر عمادی اچھال ہے۔ اور ت مماس قوت ہے۔ پس یہ قوت جزی ہوگی اور چونکہ سیال میں استواری نہیں اسی لئے اس قوت کے خلاف وہ مزاحمت پیش نہ کرسکے گا اور حرکت واقع ہو جائے گی۔ لیکن ہمارا مفروضہ یہ ہے کہ سیال ساکن ہے۔ اس لئے معلوم ہوا کہ مماسی قوت کا وجود ہی نہیں ہو سکتا، پس کل قوت "سا" ہے جو سطح کے علی القوائم ہے۔

لہذا ثابت ہوا کہ جس سطح سے کوئی سیال مس کرتا ہے اس پر عمل کرنے والی قوت عمادی اچھال ہوتی ہے۔ سیال کا ایک حصہ دوسرے حصے پر بھی اسی طرح عمل کرتا ہے۔ اگر سطح کے مساوی رقبوں پر عمادی اچھال ایک ہی ہو تو کہتے ہیں کہ اچھال یکساں ہے۔

نقطہ پر دباؤ | کسی سطح کے اکائی رقبہ پر جو اچھال عمل کرتا ہے اس کو دباؤ کا نام دیا گیا ہے۔ پس جب کسی سطح پر اچھال یکساں تقسیم ہوتا ہے تو ہر اکائی رقبہ کے اچھال کو سطح کے ہر نقطہ پر دباؤ کہتے ہیں، یعنی اگر

ق = سطح پر اُچھال،   س = سطح کا رقبہ

اور   د = دباؤ

تو $د = \frac{ق}{س}$

اس دباؤ کو ہم ڈائن یا گرام وزن فی مربع سم میں بیان کرتے ہیں یا پھر پونڈل فی مربع فٹ میں۔ لیکن عام طور سے پونڈ وزن فی مربع انچ میں اس کو بیان کیا جاتا ہے۔ مثلاً اگر $\frac{1}{10}$ مربع انچ پر ۲ پونڈ وزن کی قوت عمل کرے تو دباؤ $\frac{2}{\frac{1}{10}}$ = ۲۰ پونڈ وزن فی مربع انچ ہوگا۔

نوٹ :۔ دباؤ اور قوت میں فرق کو اچھی طرح سمجھ لینا چاہیئے۔ قوت حاصل کرنے کے لئے ہم کو دباؤ کو رقبہ سے ضرب دینا پڑتی ہے۔ اور وہ بھی اس صورت میں جبکہ دباؤ یکساں ہو، ورنہ قوت یا اچھال کو معلوم کرنا دقت طلب ہوتا ہے۔

جاذبہ کے تحت سیال میں دباؤ | سیال کے دباؤ کا اندازہ کرنے کے لئے ایک خالی برتن کو پانی میں اُتارو یا ایک گلاس کو الٹا کر کے اس میں اُتارو۔ تو محسوس ہوگا کہ برتن یا گلاس کے خلاف مائع کی قوت اس کو اوپر کی طرف اچھالتی ہے۔ جب لکڑی کے کسی کندے کو ہم پانی کے نیچے دباتے ہیں تو سیال اس قوت کے خلاف ایک قوت لگاتا ہے، یہی وجہ ہے کہ کندے کو چھوڑ دینے پر وہ پھر سطح پر آجاتا ہے۔ اس کے علاوہ پانی کی سطح پر بڑے بڑے جہازوں کا تیرنا اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ اُن کی زیریں سطح پر ایک قوت عمل کرتی ہے جو اُن کے وزن پر غالب آجاتی ہے۔

اب فرض کرو کہ سیال کی آزاد سطح سے نیچے ہم ایک نقطہ ایک مائع کے اندر لیتے ہیں۔ اس نقطہ پر سیالی دباؤ معلوم کرنے کے لئے نقطہ کے گرد ایک چھوٹا سا افقی رقبہ لو اور اس کو قاعدہ مان کر ایک سیالی اسطوانہ آزاد سطح تک قائم کرو۔

اس سیال اسطوانہ پر تین قوتیں عمل کریں گی۔ ایک تو قاعدہ پر اُچھال، دوسرے خود اس کا وزن، اور تیسرے اس کی دیواروں پر چاروں طرف کے مائع کا دباؤ۔ ان قوتوں کے تحت وہ اسطوانہ تعادل میں ہے۔ چونکہ دباؤ سطح پر عماد ہوتا ہے اس لئے اس کا انتصابی جزنہ ہوگا۔ پس توازن کے لئے سیالی اسطوانہ کا وزن قاعدے پر اُچھال کے مساوی ہونا چاہیئے۔

دباؤ کی قیمت معلوم کرنے کے لئے فرض کرو کہ

د = نقطہ تک سیال کی گہرائی یا سیالی اسطوانہ کی بلندی

ن = سیالی اسطوانہ کا نصف قطر۔

ث = سیال کی کثافت

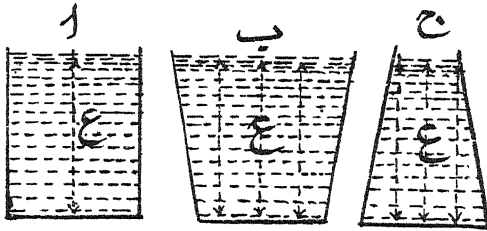
تو سیال کا حجم = ح = ٹا ن^۲ د

∴ سیال کا وزن = و = ح ث ج = ٹا ن^۲ د ث ج

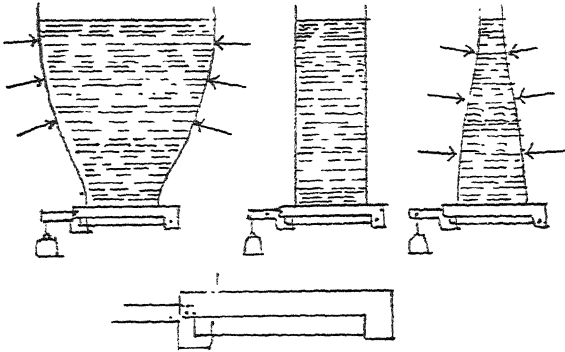
قاعدہ کا رقبہ = ٹا ن^۲

∴ دباؤ = وزن/رقبہ = ٹا ن^۲ ث د ج / ٹا ن^۲ = ث د ج، ڈائن فی مربع سمر

اس سے معلوم ہوا کہ دباؤ سیال کی کثافت اور نقطہ کی گہرائی کے متناسب ہوتا ہے۔

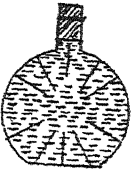
مختلف شکلوں کے ظرفوں میں دباؤ | جب کسی ظرف کی دیواریں انتصابی ہوتی ہیں تو پیندی پر دباؤ مائع کی گہرائی اور اس کے کثافت کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے لیکن اگر دیواریں مائل ہوں جیسا کہ شکل ۱۱۹ء میں ہے، تو پھر توقع ہوسکتی ہے کہ ظرف ب میں پیندی پر فی مربع سمر دباؤ ا کی پیندی کے فی مربع سمر دباؤ سے زیادہ

شکل ۱۱۹ء

ہو کیونکہ ب میں مائع یا پانی زیادہ ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ فی مربع سمر دباؤ ہر صورت میں ایک ہی ہے کیونکہ ہر مربع سمر پر دباؤ اسی پر قائم پانی کے کالم کا ہے۔ مائل دیواروں کی وجہ سے جو زائد پانی ہوتا ہے اس کو یہ دیواریں روک لیتی ہیں اور وہ پیندی پر اثر نہیں ڈالتا۔ اگر ا اور ب کے پیندوں کا رقبہ ایک ہی ہو تو پھر نیچے کی جانب دبانے والی قوت پیندوں پر ایک ہی ہوگی۔ اگر ظرف ج مخروطی شکل کا ہو تو بھی پیندے پر مجموعی قوت اتنی ہی ہوگی جتنی کہ پہلے دو ظرفوں میں تھی۔ شکل سے ظاہر ہے کہ بالائی سطح کے عین نیچے جو رقبہ ہے وہ وہی ہے جیسا کہ پہلی دو صورتوں میں ہے۔ پیندے کے بقیہ حصے پر جو مائع ہے اس کو ظرف کی دیواریں دباتی ہیں۔ اس قوت میں اگر اتنے مائع کا وزن شامل کر لیا جائے تو پیندے پر فی مربع سمر قوت اتنی ہی ہوگی جتنی کہ بالائی سطح کے عین نیچے والی رقبہ کی صورت میں ہے۔

پیسکل نے اس کے لئے ایک خاص قسم کا آلہ ایجاد کیا جو شکل ۱۲۰ء میں دکھلایا گیا ہے۔ اس آلہ میں مختلف شکلوں کے ظروف استعمال ہوتے ہیں۔ ان ظرفوں کو ظروف پیسکل کہتے ہیں۔ ان کے پیندے کے رقبے مساوی ہوتے ہیں۔ ہر ظرف کے پیندے کو ایک قرص بند کرتی ہے جس کو اپنی

جگہ رکھنے کے لئے ایک وزن دار بیرم استعمال کیا جاتا ہے۔ سب بیرموں پر ایک ہی وزن ہوتا ہے۔ اس لئے جب اُن کے مساوی اور مخالف دباؤ پڑیگا تو پیندے کھل جائیں گے۔ اب ظرفوں کو پانی سے بھرا جائے اور یہ دیکھا جائے کہ کس بلندی پر

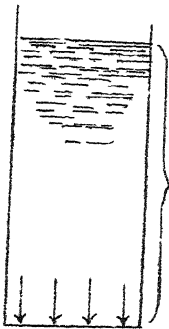
شکل ۱۲۰

پانی سب پیندوں کو کھول دیتا ہے۔ یہ بلندی ہر ظرف میں تقریباً ایک ہی ہوگی۔

پیسکل کا اصول پیسکل نے ایک عام اصول دریافت کیا تھا جو اُسی کے نام سے موسوم ہے کہ کسی نقطہ کے گرد ماسکونی دباؤ تمام سمتوں میں مساویانہ عمل کرتا ہے۔ اُسے یوں بھی کہہ سکتے ہیں کہ کسی بند سیال (گیس یا مائع) پر جو دباؤ عمل کرتا ہے جو تمام سمتوں میں مساویانہ منتقل ہوتا ہے۔

شکل ۱۲۱

کسی مائع میں دباؤ کو منتقل کرنے کی جو قابلیت پائی جاتی ہے، اس کی توضیح شکل ۱۲۱ سے ہوتی ہے۔ ایک بوتل کو پانی سے بھر کر ربڑ کے ایک کاگ سے بند کر دیا جاتا ہے۔ اس پر ایک قوت لگائی جاتی ہے یہ قوت تمام سمتوں میں منتقل ہو جاتی ہے اور بوتل کو توڑ دیتی ہے۔

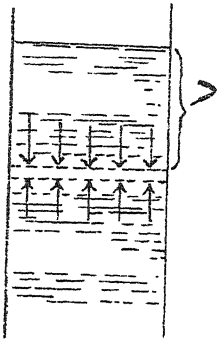
اب فرض کرو کہ ایک مائع کی ایک پتلی افقی تہہ ہے جس کا رقبہ "م" ہے اور جو مائع کی آزاد سطح سے گہرائی ح پر واقع ہے (شکل ۱۲۲) اس تہہ کی بالائی سطح پر ایک قوت نیچے کی جانب عمل کرتی ہے جو = ق م

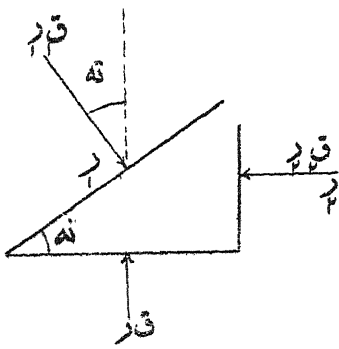
جہاں ق = د ث ج۔

شکل ۱۲۲

اگر تہہ زیر بحث پر صرف یہی قوت عمل کرنے والی ہوتی تو ساری کی ساری تہہ نیچے کی جانب مائع میں حرکت کرتی۔ لیکن سارا مائع سکون کی حالت میں ہے۔ پس ضروری ہے کہ اس قوت کے مخالف کوئی قوت اوپر کی جانب عمل کر کے اس کی تعدیل کرے۔ پس اس تہہ کے نیچے جو مائع ہوگا وہ اوپر کی جانب ایک قوت سے اس تہہ پر عمل کرے گا۔

اگر یہ دباؤ = ق̄، تو اوپر کی جانب مجموعی قوت = ق̄ س۔
اگر تہہ اتنی پتلی ہو کہ اس کا وزن نظر انداز کیا جا سکے تو

ق س = ق̄ س   یا   ق = ق̄

پس نیچے والا دباؤ اوپر والے دباؤ کے مساوی ہوگا۔

شکل ۱۲۳

اب فرض کرو کہ مائع کے اندر ایک منشور چھوٹا سا لیا جائے۔ اس منشور کا ایک ضلع افقی ہے۔ فرض کرو کہ اس کا رقبہ = س۔ دوسرا رقبہ انتصابی ہے۔ اور فرض کرو کہ اس کا رقبہ = س۲۔ تیسرا ضلع فرض کرو کہ افقی زاویہ تہ پر مائل ہے اور اس کا رقبہ = س۱۔ (شکل ۱۲۴) منشور کو اتنا چھوٹا ہونا چاہیئے کہ اس کا وزن نظر انداز کیا جا سکے۔ فرض کرو کہ منشور کے تینوں ضلعوں پر عاملہ دباؤ = ق، ق۱، ق۲، تو مائل رُخ پر قوت = ق۱ س۱۔

اس قوت کا افقی جزو = ق۱ س۱ جم تہ،
اور انتصابی جہت = ق۱ س۱ جب تہ

ان قوتوں کی تعدیل افقی اور انتصابی ضلعوں کی قوتوں سے ہوتی ہے۔

شکل ۱۲۴

∴   ق س = ق۱ س۱ جم تہ   اور   ق۲ س۲ = ق۱ س۱ جب تہ۔

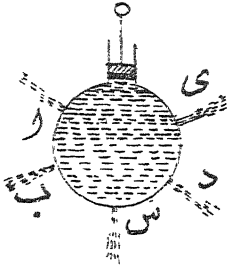
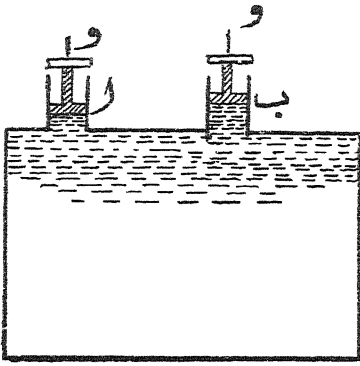
چونکہ منشور کے رخوں کے رقبے اُن کے عرض کے متناسب ہیں۔

∴   س۱ جم تہ = س   س۱ جب تہ = س۲

پس   ق = ق۱ = ق۲

اس سے نتیجہ یہ نکلا کہ مائع کے اندر دباؤ ہر سمت میں مساویانہ عمل کرتا ہے۔

اس کی تائید میں ہم حسب ذیل تجربے بیان کر سکتے ہیں۔

(۱) ایک کرہ ایسا لو جس میں ایک طرف ایک فشارہ لگا ہو اور اس کے محیط پر چند سوراخ ہوں۔ (شکل ۱۲۵)

کرہ کو پانی سے بھر کر فشارہ پر دباؤ ڈالا جائے تو تمام سوراخوں سے پانی مساوی طور پر خارج ہوگا۔ چنانچہ ہر سمت میں جس دوری تک پانی جائے گا وہ ایک ہی ہوگی۔

شکل ۱۲۵

(۲) ربڑ کے غبارے کو جب ہوا سے بھرتے ہیں تو تمام سمتوں میں مساوی دباؤ ہوتا ہے اس لئے غبارہ پھول کر کرہ کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔

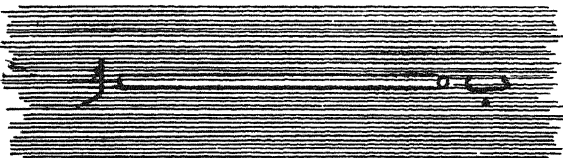
(۳) فرض کرو کہ ایک برتن پانی سے بھرا ہوا ہے۔ (شکل ۱۲۶)۔ فرض کرو کہ اس میں دو مساوی فشارے ا اور ب لگے ہوئے ہیں۔ اور فرض کرو کہ دونوں پر مساوی وزن ہیں جس سے اُن میں حرکت کرنے کا کوئی اقتضا نہیں۔ اب اگر ا پونڈ کا وزن ا پر زیادہ کیا جائے تو مائع اس دباؤ کو منتقل کر دے گا، جس کی وجہ سے ب پر بھی ا پونڈ بڑھانا پڑے گا تاکہ وہ حرکت نہ کرے۔

شکل ۱۲۶

سیالی دباؤ کے متعلق چند مسائل یہاں ہم سیالی دباؤ کے چند بنیادی مسائل بیان کرینگے:۔

(۱) اگر کوئی سیال خواہ وہ متجانس ہو یا غیر متجانس، جاذبہ کے تحت سکون میں ہو تو کسی افقی مستوی میں دو نقطوں پر دباؤ ایک ہی ہوں گے۔

فرض کرو کہ ا اور ب دو نقطے ہیں۔ مسئلہ کی دو صورتیں پیدا ہوتی ہیں۔

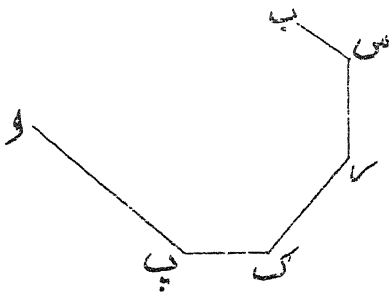
(ا) جب کہ خط مستقیم اب کلیۃً سیال میں ہو۔

اب کو محور مان کر ایک اسطوانہ بناؤ (شکل ۱۲۷) جس کی تراشش بغایت قلیل ہو۔

شکل ۱۲۷

اس اسطوانہ کے اندر جو سیال

اس کے توازن پر غور کرو۔ اس سیال پر عاملہ قوتیں،

سیال کا وزن ہے جو انتصابی سمت میں عمل کرتا ہے اور اس لئے ا ب کے عمودی القوائم ہے۔
منحنی سطح پر اچھال جو ہر جگہ سطح پر عمود وار ہے اور اس لئے ا ب پر عمودی القوائم ہے۔
ا اور ب پر ا ب کی سمت میں اچھال۔
∴ ا پر اچھال = ب پر اچھال اور چونکہ سرے مساوی الرقبہ ہیں۔
∴ ا پر دباؤ = ب پر دباؤ

(ii) جب کہ خط مستقیم ا ب کلیۃً سیال میں نہ ہو۔

شکل ۱۲۸

ایسی صورت میں ہم ا ب کو ایک منقطع افقی خط ا پ ک ر س ب سے ملا سکتے ہیں۔ (شکل ۱۲۸) اس خط کے مختلف حصے ا پ، پ ک، ک ر، ر س، س ب، اپنی اپنی جگہ سیال میں ہیں۔ اس لئے پہلی شق کی رو سے ا پر دباؤ = پ پر دباؤ = ک پر دباؤ = ...
.... = ب پر دباؤ۔

(۲) ایک متجانس سیال میں، جو جاذبہ کے تحت سکون میں ہو، دو نقطوں پر دباؤں کا فرق اُن نقطوں کی گہرائیوں کے فرق کے متناسب ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ پ اور ک دو نقطے ہیں۔ اس مسئلہ کی بھی دو صورتیں پیدا ہوتی ہیں:۔

(i) جب کہ خط پ ک، انتصابی ہو اور کلیۃً مائع میں واقع ہو۔

شکل ۱۲۹

پ ک کو محور مان کر بغایت قلیل تراش کا ایک اسطوانہ کھینچو۔ (شکل ۱۲۹)

فرض کرو کہ پ پر دباؤ = ق،
ک پر دباؤ = قَ
سیال کے اکائی حجم کا وزن = و
اس اسطوانہ کے اندر مائع کے توازن پر غور کرو۔

اس سیال پر عاملہ قوتیں یہ ہیں :-

منحنی سطحوں پر اُچھال، جو ہر جگہ افقی ہیں۔

سیال کا وزن، جو انتصاباً نیچے کی جانب عمل کرتا ہے اور جو = و × ش × پ ک، جہاں ش = سطوانہ کی تراش۔

سرے پ پر اُچھال، جو انتصاباً نیچے کی طرف عمل کرتا ہے = ق ش

سرے ک پر اُچھال، انتصاباً اوپر کی جانب = قَ ش

∴ انتصابی سمت میں تحویل کرنے سے

قَ ش = ق ش + و ش × پ ک

∴ قَ - ق = و × پ ک = (دَ - د) و جہاں د، دَ = پ ک کی گہرائیاں کسی معین افقی مستوی سے۔

(۲) جب کہ خط مستقیم پ ک انتصابی نہ ہو اور کلیۃً سیال میں واقع نہ ہو۔

ایسی صورت میں ہم پ ک کو خطوط مستقیم پ ا، ا اَ، اَ ب، ب بَ، بَ ج، ج جَ، جَ ک سے ملا سکتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک خط کلیۃً سیال میں واقع ہے، اور یا تو انتصابی ہے یا پھر افقی۔

افقی خطوط ا اَ، ب بَ، ج جَ پر دباؤ نہیں بدلتا۔

انتصابی خطوط پ ا، اَ ب کے طے کرنے میں اوپر کی شق کے بموجب دباؤ بقدر (پ ا + اَ ب) و بڑھ جاتا ہے اور خطوط بَ ج، جَ ک پر بقدر (بَ ج + جَ ک) و گھٹ جاتا ہے۔

شکل ۱۲۹

∴ ک پر دباؤ - پ پر دباؤ = و (پ ا + اَ ب - بَ ج - جَ ک)

= (د - دَ) و

اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ کسی متجانس سیال میں ایک ہی بلندی کے دو نقطوں پر دباؤ ایک ہی ہوتا ہے۔ خواہ وہ نقطے ایسے خط سے نہ ملائے جا سکیں جو سیال میں کلیۃً واقع ہو۔ بالعکس جب کسی متجانس سیال میں دو نقطوں پر دباؤ ایک ہوتا ہے تو وہ نقطے ایک ہی بلندی پر ہوتے ہیں۔

(۳) ایک سیال میں جو جاذبہ کے تحت سکون میں ہو، ایک ہی افقی مستوی میں دو نقطوں پر

کثافتیں مساوی ہوتی ہیں۔

فرض کرو کہ پ، ک دو نقطے ہیں۔ (شکل ۱۳۱) پ ک کو ملاؤ۔ پ پَ، ک کَ دونوں کو انتصاباً نیچے کی طرف کھینچو۔ دونوں خطوط مساوی ہوں، اور بغایت قلیل ہوں۔ تو پَ، کَ ایک ہی افقی مستوی میں واقع ہوں گے۔

شکل ۱۳۱

چونکہ پ پَ بغایت قلیل ہے اس لئے پ اور پَ پر کثافتوں کا فرق بھی بغایت قلیل ہوگا، اس لئے پ اور پَ کے درمیان سیال کو متجانس مانا جا سکتا ہے۔ یہی کیفیت ک کَ پر بھی ہوگی۔

پس اگر ث، ثَ = پ اور ک پر کثافتیں

تو پَ پر دباؤ ۔ پ پر دباؤ = ج ث × پ پَ

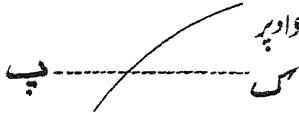
نیز کَ " ۔ ک " " = ج ثَ × ک کَ

لیکن پَ پر دباؤ = کَ پر دباؤ اور پ پر دباؤ = ک پر دباؤ

∴ ج ث × پ پَ = ج ثَ ک کَ

پس ث = ثَ

نتیجۂ صریح:۔ مختلف کثافتوں کے دو سیالوں کے درمیان سطح فارق افقی مستوی ہوتی ہے۔

اگر سطح افقی مستوی نہ ہو تو ایک افقی خط مستقیم پ ک (شکل ۱۳۲) ایسا کھینچا جا سکتا ہے جو سطح کو قطع کرے۔ پس پ سطح کے ایک طرف ہو جائے گا اور ک دوسری طرف۔ یعنی پ اور ک کی کثافتوں میں فرق واقع ہو جائے گا جو اوپر کے مسئلہ کی رو سے محال ہے۔

شکل ۱۳۲

مثال کے طور پر ایسا مائع لو جس کے اوپر کرہ ہوا ہو یا خود اس کے بخار ہوں۔ دونوں سیال ساکن ہیں۔ اس لئے سطح فارق افقی مستوی ہوگی۔ لیکن اگر ایک سیال بھی مثلاً ہوا متحرک ہو تو سطح فارق کا افقی مستوی ہونا ضروری نہیں۔

اس نتیجۂ صریح سے یہ نتیجہ بھی اخذ ہوتا ہے کہ اگر کسی متجانس ساکن مائع میں متعدد منفرد سطحیں ایک ہی ساکن کرہ ہوا سے متماس ہوں تو ان سطحوں کو ایک ہی افقی مستوی میں ہونا چاہئے۔ اسی امر کو عام طور پر یوں کہتے ہیں کہ "پانی خود اپنی سطح تلاش کر لیتا ہے۔"

(۴) کسی ساکن کرہ ہوا سے متماس کسی متجانس مائع میں کسی گہرائی پر دباؤ:۔

اوپر کے مسئلہ سے مائع کی سطح افقی مستوی ہے۔ فرض کرو کہ

د = کرہ ہوا کا دباؤ سطح پر   دَ = دباؤ کسی نقطہ پ پر

گ = نقطہ پ کی گہرائی سطح سے، ث = مائع کی کثافت

تو دَ - د = ج ث گ

اگر کرہ ہوا کا دباؤ نہ ہو تو   دَ = ج ث گ

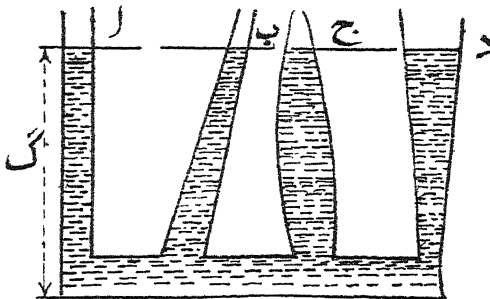
یعنی کسی نقطہ پر دباؤ سطح سے نیچے گہرائی کے متناسب ہوتا ہے جبکہ کرہ ہوا کا دباؤ نہ ہو۔

لیکن اگر کرہ ہوا کا دباؤ صفر نہ ہو تو فرض کرو کہ ہم کرہ ہوا کو دور کر کے اس کی بجائے مائع کی ایک تہہ رکھتے ہیں جس کی دبازت $\frac{د}{ج ث}$ = گَ ہے۔ تو ابتدائی سطح سے گہرائی گ کے کسی نقطہ پر دباؤ = ج ث (گ + گَ) = ج ث گ + د

یعنی دباؤ وہی رہا جو کرہ ہوا کے دور کرنے سے پہلے تھا۔

جو مائع ہم نے کرہ ہوا کی جگہ تصور کیا اس کی بالائی سطح کو مؤثر سطح کہتے ہیں۔ اس لئے متجانس مائع کے کسی نقطہ پر دباؤ مؤثر سطح سے گہرائی کے متناسب ہوتا ہے۔

اسی وجہ سے کسی نقطہ پر دباؤ مائع کی گہرائی میں بیان کیا جاتا ہے۔ اس گہرائی کو مائع کا "کلہ" کہتے ہیں چنانچہ اگر ہم یہ کہیں کہ ایک دباؤ پانی کے ۲۰ فٹ کے کلہ کے مساوی ہے تو اس کا مطلب یہ ہوا کہ یہ دباؤ اس دباؤ کے مساوی ہے جو پانی میں مؤثر سطح سے ۲۰ فٹ کی گہرائی پر کسی نقطہ پر ہوگا۔

اطلاقی مسائل | (۱) متواصل ظروف میں مائع :- اوپر کے مسائل میں ہم نے ایک نتیجہ یہ نکالا ہے کہ پانی اپنی سطح خود تلاش کر لیتا ہے۔ چنانچہ اگر ہم مختلف جسامتوں کی نلیوں کو حسب شکل ۱۳۳ ملا دیں اور ان میں پانی بھر دیں تو سب نلیوں میں پانی ایک ہی بلندی پر ٹھہرے گا۔ کیونکہ اگر اندرون مائع نقطے ایک ہی بلندی پر ہوں تو اُن پر دباؤ ایک ہی ہونا چاہئے۔ ورنہ ایک نقطہ سے دوسرے نقطے تک مائع بہے گا تا آنکہ دباؤ دونوں جگہ برابر ہو جائے۔

شکل ۱۳۳

جو شدانوں میں جو پانی ناپ لگاتے ہیں وہ بھی اسی اصول کی توضیح کرتا ہے۔ یہ ناپ موٹی دیواروں کی شیشے کی ایک نلی پر مشتمل ہوتا ہے جو اوپر کی طرف تو

بھاپ سے ملی ہوتی ہے اور نیچے کی طرف جوشدان کے پانی سے۔ پس جس بلندی تک پانی اس ناپ میں ہوتا ہے اس بلندی تک جوشدان میں بھی ہوتا ہے۔

آرتیسی یا جاری کنویں بھی اسی اصول کی توضیح کرتے ہیں۔ زمین کی سطح کے مختلف مقامات پر مختلف طبقے ہیں۔ بعض طبقے مسامدار ہیں اور اُن میں سے پانی گزر جاتا ہے اور بعض میں سے نہیں گزر سکتا۔ اگر ایک مسامدار طبقہ دو غیر مسامدار طبقوں کے بیچ میں آجائے اور پھر طبقوں کو لپیٹ دیا جائے تو آرتیسی کنواں بن جاتا ہے۔ جاذبہ کی وجہ سے بارش کا پانی مسامدار طبقے تک اُتر جاتا ہے۔ اور چونکہ اس طبقے کے دونوں طرف غیر مسامدار طبقے ہیں اس لئے پانی بند ہوجاتا ہے جب تک کہ اس کو نکاس کا راستہ نہ ملے۔ جب اس مسامدار طبقے میں کنواں کھودا جاتا ہے تو پانی چڑھنا شروع کرتا ہے تاآنکہ وہ طبقہ کے پانی کی بلندی تک پہنچ جاتا ہے۔ جہاں کہیں بھی کنواں کھودا جائے گا پانی اُس بلندی تک نکلے گا۔

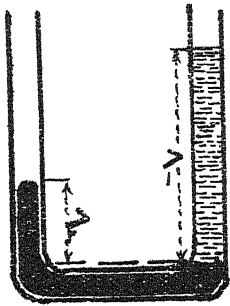
(۲) متواصل نلیوں میں مختلف مائع:۔ کسی لانما نلی میں اگر کوئی مائع ڈالا جائے تو وہ نلی کے دونوں بازووں میں ایک ہی بلندی تک بھرے گا بشرطیکہ نلیاں کافی چوڑی ہوں۔ لیکن فرض کرو کہ نلی میں ایسے دو مائع ڈالے جاتے ہیں جو ایک دوسرے پر کیمیاوی طور پر عمل نہیں کرتے۔

اب دونوں بازووں میں مائعوں کی بلندیاں ایک نہ ہوں گی۔ بلکہ شکل ۱۳۴ کے مطابق اُنکی بلندیاں قائم ہوں گی۔ جب مائع حالت سکون میں ہوں گے، تو لطیف تر مائع کی بلندی مشترک سطح سے د۱ ہوگی۔ لطیف مائع کی اس بلندی کا جو دباؤ پڑے گا اس کی تعدیل کثیف تر مائع کی بلندی د۲ کر دے گی۔ پس

د۱ × ث۱ ج = د۲ × ث۲ ج جہاں ث۱ = لطیف مائع کی کثافت

ث۲ = کثیف مائع کی کثافت

شکل ۱۳۴

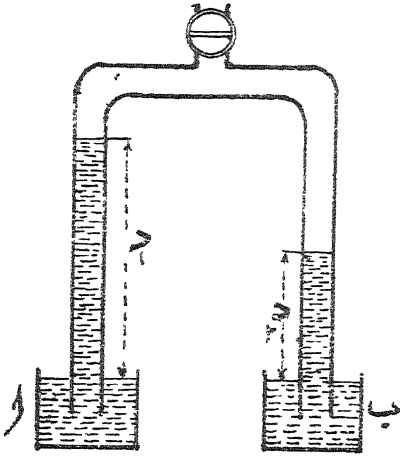
$\therefore$ د۱/د۲ = ث۲/ث۱ یا ث۱/ث۲ = د۲/د۱

اس نتیجہ کو دو مائعوں کی کثافتوں کا مقابلہ کرنے کے لئے کام میں لایا جاسکتا ہے۔

اگر مائع ایک دوسرے پر کیمیاوی عمل کرتے ہوں تو پھر نلی کو الٹ دیا جاتا ہے اور اس کے دونوں سروں کو مائعوں کے منقاروں میں ڈبو دیا جاتا ہے (شکل ۱۳۵)۔ دونوں بازووں کو ملانے والے حصے میں ایک ڈاٹ لگی رہتی ہے جس سے ہوا کھولی یا بند کی جاسکتی ہے۔ نلی کے اندر دونوں مائعوں پر دباؤ ایک ہی

شکل ۱۳۵

سے ہے۔ اسی طرح منقاروں میں مائعوں کے اوپر بھی دباؤ ایک ہی ہے۔ ان اندرونی اور بیرونی دباؤں میں جو فرق ہے اس کی تعدیل اس بازو میں مائع کی بلندی سے ہو جاتی ہے۔ اس لئے حسب سابق

$$\frac{د_1}{د_2} = \frac{ث_2}{ث_1} \quad یا \quad \frac{ث_1}{ث_2} = \frac{د_2}{د_1}$$

یہ آلہ بھی کثافتوں کے مقابلہ کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کو "ہیر کا آلہ" کہتے ہیں۔ "واٹ کا مائع پیما" بھی اسی آلے کا دوسرا نام ہے۔

(۳) دباؤ کے انتقال سے قوت کی زیادتی:۔ فرض کرو کہ حسب شکل ۱۳۶ دو اسطوانے متواصل ہیں اور پانی سے بھرے ہوئے ہیں۔ فرض کرو کہ ہر اسطوانہ میں ایک فشارہ ہے جو بغیر فرک کام کرتا ہے۔ فرض کرو کہ

س = رقبہ بڑے فشارہ کا   س۱ = رقبہ چھوٹے فشارہ کا۔

و = چھوٹے فشارہ پر وزن پونڈوں میں

اس وزن سے چھوٹے فشارہ کے نیچے کے پانی میں فی مربع انچ $\frac{و}{س_1}$ کا دباؤ پیدا ہو جاتا ہے یہ دباؤ بغیر کسی کمی کے پانی میں سے منتقل ہوتا ہے اور بڑے فشارہ پر جا کر عمل کرتا ہے۔ پس بڑے فشارہ پر اوپر کی جانب دباؤ = $\frac{و}{س_1}$ پونڈ فی مربع انچ۔

شکل ۱۳۶

∴ بڑے فشارہ پر عمل کرنے والی قوت = $\frac{و}{س_1} \times س$

پس ایک قوت و کے لگانے سے اوپر کی ترتیب میں $\frac{س}{س_1}$ گنا قوت حاصل ہو سکتی ہے۔

اگر   ن = بڑے فشارہ کا نقل مکان   اور   ن۱ = چھوٹے فشارہ کا نقل مکان

تو   س × ن = بڑے فشارہ کا طے کردہ حجم   ″   س۱ × ن۱ = چھوٹے فشارے کا طے کردہ حجم

اور $\frac{و}{س_1}$ × س × ن = بڑے فشارہ کا کردہ کام   ″ $\frac{و}{س_1}$ × س۱ × ن۱ = چھوٹے فشارے پر کردہ کام

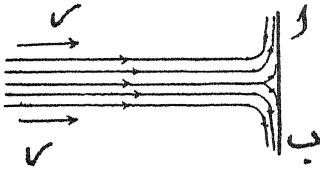
= و × ن۱

مائع کو ہم تغلیظ ناپذیر مان سکتے ہیں۔ اس لئے   س × ن = س۱ × ن۱

$\therefore$ ف۱/ر۱ × ر۱ × ن = ف۱/ر۱ × ر۱ × ن۱ = ف × ن۱

پس چھوٹے فشارہ پر کردہ کام = بڑے فشارہ کا کردہ کام۔

دھار کی قوت اب تک ہم نے ساکن سیال کے دباؤ سے بحث کی تھی، لیکن اب ہم متحرک سیال کا دباؤ معلوم کرنا چاہتے ہیں۔

فرض کرو کہ یکساں کثافت والے ایک مائع کی ایک دھار ایک دھاتی تختی سے متصادم ہوتی ہے (شکل ۱۳۷) مائع کی سمت حرکت تختی کے مستوی پر عمود وار ہے۔ فرض کرو کہ تصادم کے بعد تختی کے مستوی کے متوازی سمت میں بہتا ہے۔ ایسی صورت میں مائع تصادم پر بالکل رک جاتا ہے۔ اور اس کی رفتار صفر ہو جاتی ہے۔

شکل ۱۳۷

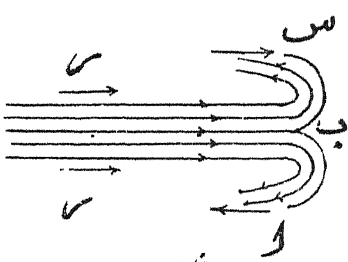
فرض کرو کہ ر = قبل تصادم مائع کی رفتار

ث = مائع کی کثافت ش = دھار کی عمودی تراشش کا رقبہ

تو ر ث = دھار کا معیار حرکت فی اکائی حجم ر ش = فی ثانیہ تختی تک پہنچنے والے مائع کا حجم

ر۲ ث ش = فی ثانیہ تختی تک پہنچنے والے مائع کا معیار حرکت۔

تصادم پر بھی معیار حرکت ضائع ہو جاتا ہے۔

$\therefore$ ر۲ ث ش = معیار حرکت کی تبدیلی کی شرح = قوت عاملہ = ق (بالفرض)

$\therefore$ قوت فی اکائی رقبہ = دباؤ = ق/ش = ر۲ ث

اگر تختی کی سطح منحنی ہو جیسا کہ شکل ۱۳۸ میں ہے تو پھر مائع جس سمت میں آیا تھا اس کی مخالف سمت میں واپس جائیگا۔ ایسی صورت میں رفتار قبل و بعد تصادم ایک ہی رہے گی۔ مائع کی دھار کے معیار حرکت کو تختی پہلے تو زائل کر دیتی ہے اور پھر سمت مخالف میں مساوی معیار حرکت پیدا کر دیتی ہے۔ بنا بریں معیار حرکت کی مجموعی تبدیلی سابقہ صورت کی تبدیلی سے دگنی ہو جاتی ہے اور اس لئے قوت بھی دگنی ہو گی۔

شکل ۱۳۸

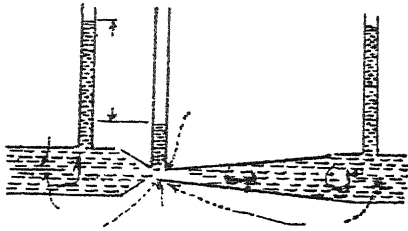
پس اگر قوت = ق تو ق = ۲ ر۲ ث ش

$\therefore$ دباؤ = ق/ش = ۲ ر۲ ث۔

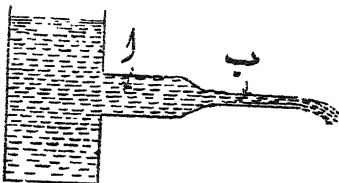
اس نتیجہ کا عملی استعمال بعض پن چکروں میں ملتا ہے۔ ان میں چکروں کے "پھل" پیالہ نما بنائے جاتے ہیں۔

اس سے یہ فائدہ ہوتا ہے کہ ان پیالوں سے نکلتے وقت پانی میں مخالف سمت میں رفتار پیدا ہو جاتی ہے۔ اس سے عاملہ قوت بڑھ جاتی ہے اور اس طرح استعداد زیادہ ہو جاتی ہے۔

متحرک سیال میں دباؤ: جب مائع سکون میں ہوتا ہے تو متواصل ظروف میں ایک ہی بلندی کے تمام نقطوں پر دباؤ ایک ہی ہوتا ہے۔ لیکن اگر مائع متحرک ہو تو ایک ہی بلندی کے نقطوں پر دباؤ مختلف بھی ہو سکتا ہے۔ جو سیال نلوں میں بہتے ہیں ان میں سیال کی تہوں میں اندرونی فرک کی وجہ سے منبع سے فاصلہ بڑھنے پر سیال کا دباؤ گھٹ جاتا ہے۔ اس قسم کے مظاہر میں سائنسی اور معاشی اہمیت بہت زیادہ ہے۔ اس لئے ہم یہاں چند صورتوں سے بحث کرتے ہیں :-

فرض کرو کہ ایک سیال ایسے نل میں سے بہہ رہا ہے جس میں ایک تنگن بھی ہے۔ (شکل ۱۳۹)۔

شکل ۱۳۹

چونکہ نل کی تراش ا اور س کے مقابلے میں ب پر کم ہے، اس لئے ب پر مائع کی رفتار ا یا س کے مقابلے میں زیادہ ہوگی۔ تاکہ نل کے ہر تراشی رقبہ میں سے مائع کا بہاؤ ایک ہی رہے۔ پس ا سے ب تک جانے میں مائع کی رفتار بڑھے گی۔ اور ب سے س تک مائع کی رفتار گھٹ جائے گی۔ فی مکعب سمر مائع کا معیار حرکت ا یا س کے مقابلے میں ب پر زیادہ ہوگا۔ پس ا سے ب تک جانے میں معیار حرکت میں بیشی ہوگی اور ب سے س تک کمی۔ معیار حرکت کی تبدیلی قوت کو مستلزم ہے۔ یہ قوت یہاں ا اور ب یا ب اور س کے درمیان مائع کے دباؤ کا فرق ہے۔ لہٰذا ا پر دباؤ زیادہ ہونا چاہیئے اور ب پر کم تاکہ پانی کے بہاؤ کی سمت ا سے ب تک ہو۔ اسی طرح ب پر دباؤ س کے دباؤ سے زیادہ ہوگا تاکہ بہاؤ ب سے س تک رہ سکے۔ شکل میں اسی امر کو بلندیوں کے فرق کے ذریعہ دکھلایا گیا ہے۔

توضیحی مثالیں :- (ا) نوکدار ٹوٹی سے پانی کا بہاؤ :- جب کسی حوض یا ٹنکی کا پانی کسی نوکدار ٹوٹی سے بہتا ہے (شکل ۱۴۰) تو اگرچہ مقام ا اور ب ایک ہی بلندی پر ہیں، لیکن ب پر دباؤ ا کے دباؤ سے کم ہے۔ اسلئے ب پر پانی کی رفتار ا والی رفتار سے زیادہ ہے۔ ا اور ب کے درمیان دباؤ کا فرق رفتاروں میں فرق پیدا کرتا ہے۔

شکل ۱۴۰

(۱۱) ہوائی دھار میں گیند:- ایک ہلکے گیند کو حسب شکل ۱۴۱ ہوا کی دھار میں قائم رکھا جاسکتا ہے۔ دباؤ میں جو فرق ہوتا ہے وہ گیند پر جاذبہ کی قوت پر غالب آجاتا ہے۔ ٹونٹی اور گیند کی سطح کی درمیانی فضا میں ہوا کا دباؤ کرہ ہوا کے دباؤ سے کم ہوتا ہے۔ دباؤوں میں یہی فرق جاذبہ کے خلاف گیند کو سنبھالے رہتا ہے۔

ہوا داخل

گیند

گیند کا وزن

شکل ۱۴۱

مسئلہ برنولی | متحرک سیال میں دباؤ اور رفتار میں علاقہ بتلانے والا کلیہ مسئلہ برنولی کے نام سے مشہور ہے۔ اس مسئلہ سے ہم کو سیال کے راستے میں ہر نقطہ پر توانائیوں کے درمیان علاقہ معلوم ہوتا ہے۔

(ا) توانائی بالفعل:- پہلے سیال کے فی اکائی حجم یعنی فی مکعب فٹ یا فی مکعب سم توانائی بالفعل پر غور کرو۔ اگر رفتار ر سم فی ثانیہ میں ہو تو فی مکعب سم پانی توانائی بالفعل = $\frac{1}{2}$ ر^2 ، ارگ فی مکعب سم اور کثافت ث والے مائع کی توانائی بالفعل فی مکعب سم س۔گ۔ث نظام میں = $\frac{1}{2}$ ث ر^2 ارگ فی مکعب سم۔

(ب) توانائی بالقوہ:- یہ وہ توانائی ہے جو سیال کو کسی ایک معیاری وضع سے موجودہ وضع میں لانے کیلئے درکار ہے

ایک مکعب فٹ پانی کو ۱ فٹ اٹھانے کے لئے ضروری کام = ۶۲٫۴ فٹ پونڈ

اسی طرح ک گرام پانی کو ف سم " " " " = ک ج ف ارگ۔

∴ کثافت ث والے ۱ مکعب سم مائع کی توانائی بالقوہ = ث ج ف "

(س) دباؤ کے خلاف کام کی وجہ سے توانائی:- کسی فضا میں دباؤ کے خلاف مائع کو پہنچانے کے لئے کام کی ضرورت ہے۔ اس کام کی مقدار معلوم کرنے کے لئے فرض کرو کہ ایک فشارہ ہ مائع کو ایک اسطوانہ میں دباتا ہے۔

اگر ش = فشارہ کا رقبہ، د = دباؤ، لا = فاصلہ جس میں فشارہ حرکت کرتا ہے۔

تو کام = ش د لا، ارگ ∴ فی اکائی حجم کام = $\frac{\text{کام}}{\text{حجم}}$ ارگ۔

پس سیال چونکہ ایک معین دباؤ کے تحت ہے اس لئے اس میں توانائی کی ایک مقدار جمع ہوجاتی ہے لیکن نقطہ بہ نقطہ دباؤ بدلتا جاتا ہے اس لئے یہ توانائی بھی بدلتی جاتی ہے۔

اصول استمرار توانائی کی رو سے مجموعی توانائی مستقل رہتی ہے۔ البتہ توانائی بالفعل بالقوہ میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ اور مائع کی دباؤ کی وجہ سے توانائی بالفعل یا بالقوہ میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ لیکن ہر صورت میں توانائی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ پس دو حالتوں پر غور کرو۔ ایک کو حالت ۱ کہو اور دوسری کو ۲۔

اب فرض کرو کہ

د۱ = ڈائنوں میں دباؤ حالت ۱ میں　　　د۲ = ڈائنوں میں دباؤ حالت ۲ میں

سا۱ = سم فی ثانیہ " رفتار " " " "　　　سا۲ = سم فی ثانیہ میں رفتار " " " "

ف۱ = سم " بلندی " " "　　　ف۲ = " " بلندی " " "

ث = مائع کی کثافت س۔گ۔ث اکائیوں میں

½ ث سا۱² = فی اکائی حجم توانائی بالفعل ارگ میں حالت ۱ میں　　½ ث سا۲² = فی اکائی حجم توانائی بالفعل ارگ میں حالت ۲ میں

ث ف۱ ج = " " " " بالقوہ " " " " "　　ث ف۲ ج = " " " " بالقوہ " " " " "

د۱ = " " " " دباؤ کی وجہ سے " " " "　　د۲ = " " " " دباؤ کی وجہ سے " " " "

تو حالت ۱ میں مجموعی توانائی = ½ ث سا۱² + ث ف۱ ج + د۱

اور " " ۲ " " " = ½ ث سا۲² + ث ف۲ ج + د۲

اصول استمرار توانائی سے　½ ث سا۱² + ث ف۱ ج + د۱ = ½ ث سا۲² + ث ف۲ ج + د۲

یا سیال کے ہر خط پر　½ ث سا² + ث ف ج + د = مستقل۔

اس مساوات سے مختلف نقطوں پر تینوں قسم کی توانائیوں میں علاقہ معلوم ہوا۔ یہی علاقہ برنولی کا مسئلہ کہلاتا ہے۔

توضیحی مثال:۔ برنولی کی توضیح اس عرق پاش میں ملتی ہے جو آجکل بالعموم مچھر مار عرقوں کو چھڑکنے کے لئے کام میں لایا جاتا ہے۔ (شکل ۱۴۲) سے اس کی تشریح اور عمل واضح ہو جائیگا۔ فشارہ کی اندر کی طرف ضرب سے ہوا اسطوانہ میں دبتی ہے، اور اسطرح نلی د کے سرے پر سے ہوا کا ایک دھارا گزرتا ہے۔ نلی د کا دوسرا سرا اس مائع میں ڈوبا ہوا ہے جس کو چھڑکنا مقصود ہے۔

شکل ۱۴۲

د کے بالائی سرے پر سے جو ہوا گزرتی ہے وہ نلی کے اندر کے مائع کے دباؤ کو کم کر دیتی ہے۔ پانی کی سطح اوپر کرہ ہوائی کا دباؤ عمل کرتا ہے تو اس سے نلی د کے اندر مزید مائع پہنچتا ہے جس کو ہوا کا دھارا چھڑک دیتا ہے۔ پھوار جو بنتی ہے وہ مائع کے ننھے ننھے ذرول کے ساتھ ہوا کے ملنے سے بنتی ہے۔

مسئلہ طریسلی | اس مسئلہ کا تعلق ایسے مائع سے ہے جو کسی منفذ میں سے نکلے جبکہ مائع پر دباؤ صرف اس کے اپنے وزن کی وجہ سے ہو۔ شکل ۱۴۳ میں منفذ مائع کی سطح سے بقدر فاصلہ ف نیچے ہے۔

منفذ سے نکلتے وقت فی مکعب سم مائع کی توانائی بالفعل = ½ ث سا² ارگ حوض کے بالائی سرے پر مائع میں

توانائی بالفعل نہیں ہے۔ اوپر سے نیچے تک آنے میں توانائی بالقوہ ا ج ف گھٹ جاتی ہے۔ توانائی بالقوہ ہی توانائی بالفعل میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس لئے اصول استمرار توانائی سے ایک طرف کا نقصان دوسری طرف کے اکتساب کے مساوی ہونا چاہیئے۔ یعنی

ث ف ج = ½ ث ر²   یا ر² = ۲ ج ف

پس   ر = √۲ج ف

اسی نتیجہ کو طریسلی کا مسئلہ کہتے ہیں۔

ف

شکل ۱۴۳

ورید منقبض | منفذ سے جب مائع نکلتا ہے تو اس کا راستہ ایک قطع مکافی ہوتا ہے۔ اس قطع کی پیمائش سے طریسلی کے مسئلہ کی تصدیق ہو سکتی ہے۔

سب سے آسان صورت یہ ہے کہ منفذ کا رُخ اوپر کی طرف کر دیا جائے۔ اب جو دھار نکلیگی اس کو بلندی ف تک پہنچنا چاہیئے۔ کیونکہ یہی بلندی حوض میں پانی کی ہے اور اسی بلندی تک ہر جسم انتصاباً اوپر رفتار ر = √۲ج ف سے پہنچتا ہے۔ اگر ہوا کی مزاحمت وغیرہ کا لحاظ کیا جائے تو یہ بلندی کسی قدر کم حاصل ہوتی ہے۔ فی ثانیہ پانی کا خارج شدہ حجم = ش × ر = ش √۲ج ف ، جہاں ش = تراشی رقبہ منفذ کا۔

لیکن تجربہ سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ نتیجہ ذرا زیادہ ہے۔ فرک اندرونی ہو یا بیرونی اس انحراف کی تلافی نہیں کر سکتی۔ اس کا سبب اصلی غالباً یہ ہے کہ شکل ۱۴۴ کی طرح جب مائع منفذ پر داخل ہوتا ہے تو اس کی حرکت ظرف کی دیواروں کے علی القوائم نہیں ہوتی بلکہ اس کی سمتیں مختلف ہوتی ہیں۔ حرکت کے اس طرح مائل ہو جانے سے دھار منفذ سے نکلنے کے بعد سمٹ کر ایک رگ سی بن جاتی ہے اسی رگ کو ورید منقبض کہتے ہیں۔ اسی مقام کے تمام حصوں پر حرکت دھار کے محور کے تقریباً متوازی ہوتی ہے۔

اگر حوض پتلی دیواروں کا ہو اور دھار چھوٹی نکل رہی ہو تو ورید منقبض کا رقبہ = ۶ر (منفذ کا رقبہ)

شکل ۱۴۴

پس طریسلی مسئلہ کی رو سے فی ثانیہ خارج ہونے والے مائع کا حجم = ۶ر ش √۲ج ف

ورید منقبض اور منفذ میں جو نسبت ہوتی ہے اس کو شرح انقباض کہتے ہیں۔

اُنیسواں باب

اُصول ارشمیدس ۔ تیرتے اجسام

مائع کے اندر غرق ٹھوس جسم پر دباؤ فرض کرو کہ ایک ٹھوس جسم کسی مائع کے اندر موجود ہے اور یہ بھی مان لو کہ اس جسم کو اگر ہٹایا جائے تو مائع اس جگہ کو نہیں بھرتا بلکہ وہ جگہ خالی رہتی ہے۔ اب اس خالی جگہ میں ویسا ہی کوئی نیا مائع اتنا داخل کرو کہ وہ جگہ بالکل بھر جائے تو اس داخل شدہ مائع کی سطح کے ہر نقطہ پر دباؤ وہی ہوگا جو ٹھوس کے متناظر نقطہ پر تھا۔ کیونکہ دباؤ کا انحصار موثر سطح سے گہرائی پر ہے۔ اس گہرائی پر مائع ہو یا ٹھوس دونوں پر دباؤ ایک ہی ہوگا۔

اس داخل شدہ مائع پر دو قوتیں عمل کر رہی ہیں۔ ایک تو خود اس کا وزن ہے جو انتصاباً نیچے کیجانب اس کے مرکز جاذبہ پر عمل کر رہا ہے۔ دوسری قوت مائع کا اُچھال ہے۔ چونکہ داخل شدہ مائع تعادل میں ہے اس لئے یہ اُچھال اس کے وزن کے مساوی اور مخالف ہوگا۔ پس نتیجہ یہ نکلا کہ

کسی ٹھوس جسم پر حاصل اُچھال اس مائع کے وزن کے مساوی ہوتا ہے جس کو ٹھوس ہٹا دیتا ہے اور مائع کے مرکز جاذبہ پر انتصاباً اوپر کی جانب عمل کرتا ہے۔

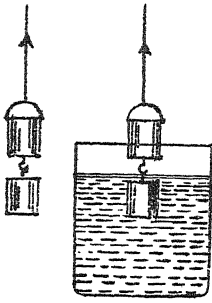
اسی کو ارشمیدس کا مسئلہ کہتے ہیں۔ اور ارشمیدس کا اصول بھی یہی ہے۔

یہاں یہ واضح کر دینا ضروری ہے کہ اوپر کے مسئلہ کے صحیح ہونے کے لئے شرط یہ ہے کہ غرق شدہ حصے کے چاروں طرف مائع بہہ سکے۔ اسی لئے اگر مائع کی سطح سے نیچے کسی ظرف کے پہلو میں کوئی لکڑی داخل کیجائے تو اس پر اور اسی جیسی دوسری صورتوں پر مسئلہ کا اطلاق نہ ہوگا۔

اس مسئلہ کا اطلاق ہم اس صورت پر بھی کر سکتے ہیں جبکہ کوئی ٹھوس کچھ ایک سیال میں اور کچھ دوسرے سیال میں، مثلاً ہوا اور پانی میں غرق ہو اور اس صورت پر بھی اطلاق ہوسکتا ہے جبکہ ایسے متعدد مختلف سیالوں میں ڈوبا ہو جو کثافتوں کے لحاظ سے ترتیب میں ہوں۔ ایسی صورت میں اس کا لحاظ ضروری ہے کہ ہٹے ہوئے سیال سے مراد وہ کمیت ہے جو ٹھوس کی خالی کردہ جگہ کو پر کر دے۔ پس

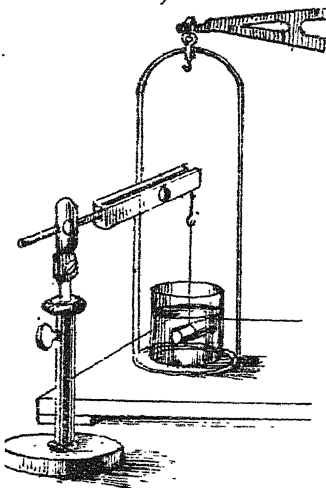
کسی سیال میں غرق شدہ ٹھوس پر حاصل اچھال کو قوت تعویم کہتے ہیں اور ہٹے ہوئے سیال کا مرکز جاذبہ مرکز تعویم کہلاتا ہے۔

اس کا مطلب یہ ہے کہ ہٹے ہوئے مائع میں جو نحو کبھی قوتیں عمل کرتی ہیں اُن سب کی بجائے ہم صرف ایک قوت مرکز تقویم پر عمل کرنے والی لے سکتے ہیں اور اس سے وہی اثر مرتب ہوتا ہے جو ٹھوس جسم سے پیدا ہوتا۔

اصول ارشمیدس کی عملی تصدیق | ایک ترازو کے ایک بازو سے (شکل ۱۴۵) ایک ڈولچی اور ایک اسطوانہ آویزاں کرو۔ اسطوانہ ایسا ہو کہ وہ ڈولچی کے جوف میں پورا پورا بیٹھ جائے۔ اب دوسرے پلڑے میں وزن رکھکر ڈولچی اور اسطوانہ کا وزن معلوم کر لو۔ اس کے بعد ایک منقارے میں پانی بھر دو اور اس کو اس طرح رکھو کہ پلڑے سے آویزاں اسطوانہ پانی میں ڈوب جائے تو دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ترازو کا اسطوانہ والا بازو اُٹھ گیا ہے جس سے پتہ چلتا ہے کہ اسطوانہ کا وزن گھٹ گیا ہے یعنی پانی اسطوانہ کو اُچھال رہا ہے۔ اب اگر ڈولچی میں پورا پانی بھر دیا جائے تو ترازو کا توازن پھر قائم ہو جاتا ہے۔ اس سے معلوم ہوا کہ سیال جس قوت سے اسطوانہ کو اچھال رہا تھا وہ اس پانی کے وزن کے برابر ہے جو ڈولچی کو بھر دیتا ہے۔ یہ پانی ہٹا ہوا پانی ہے کیونکہ اسطوانہ اور ڈولچی کا جوف دونوں مساوی الحجم ہیں۔ پس سیال کا اچھال ہٹے ہوئے سیال کے وزن کے مساوی اور مخالف ہے۔

شکل ۱۴۵

اگر پانی کی بجائے روغن گل یا اور کوئی مائع استعمال کیا جائے تو بھی یہی نتیجہ حاصل ہوگا۔ اس نتیجہ کو ہم یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ غرق شدہ جسم کے وزن میں جو نقصان واقع ہوا وہ اس مائع کے وزن کے مساوی ہے جس کو جسم نے ہٹایا ہے۔ اسی بنا پر اصول ارشمیدس کو ہم یوں بھی بیان کر سکتے ہیں:۔

کسی سیال میں غرق ہونے پر کسی جسم کے وزن میں جو نقصان واقع ہوتا ہے وہ ہٹے ہوئے مائع کے وزن کے مساوی ہوتا ہے۔

اصول کو اس طرح بیان کرنے سے کثافت کے تجربوں میں سہولت ہوتی ہے جیسا کہ ذیل کے تجربوں سے واضح ہوگا۔

اصول ارشمیدس پر تجربے | (۱) مائع بھرے منقارے کے پلڑے پر زائد دباؤ جبکہ مائع میں کوئی ٹھوس آویزاں ہو:۔

پانی بھر کر ایک منقارے کو ترازو کے پلڑے پر رکھو اور اس کا وزن معلوم کر لو۔ پھر ایک معلوم حجم کا ایک جسم لو اور اس کو ایک ایستادے کی مدد سے منقارے میں آویزاں کرو (شکل ۱۴۶) منقارے والا پلڑا اب جھک جاتا ہے۔ اگر جسم کا حجم ح مکعب سمر ہے تو اب ح گرام دوسرے پلڑے میں اضافہ کرنے سے توازن پھر قائم ہو جائے گا۔ یہی اس پانی کا حجم ہے جس کو ٹھوس ہٹاتا ہے۔

(۲) کسی جسم کا حجم معلوم کرنا:۔ پہلے جسم کو ہوا میں تول لو یعنی حسب معمول ترازو کے پلڑے پر رکھ کر تول لو۔ پھر اس کو پانی میں تول لو۔ فرض کرو کہ ہوا میں وزن = و۱ گرام اور پانی میں وزن = و۲ گرام

تو سیال کا اچھال جسم پر = (و۱ ۔ و۲) گرام = ہٹے ہوئے پانی کا وزن۔

لیکن (و۱ ۔ و۲) گرام پانی کا حجم = (و۱ ۔ و۲) مکعب سمر۔

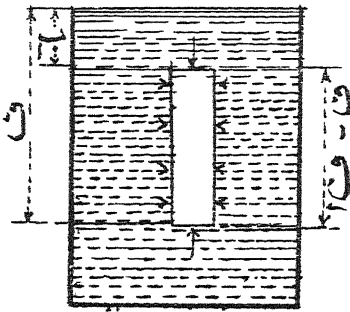
∴ جسم کا حجم = (و۱ ۔ و۲) " "

اگر ہم پونڈوں میں وزن کریں تو ہمیں یاد رکھنا چاہیئے کہ ایک مکعب فٹ پانی کا وزن ۶۲٫۳۲ پونڈ ہوتا ہے۔

اس لئے ۱ پونڈ پانی کا حجم = $\frac{۱}{۶۲٫۳۲}$ مکعب فٹ اور

" " (و۱ ۔ و۲) " " " = $\frac{و۱ - و۲}{۶۲٫۳۲}$ " "

کثافت کے تجربوں میں ہم اس نتیجہ سے بہت کام لیں گے۔

اصول ارشمیدس کی توجیہ: اگر ایک مستطیل بلاک کسی مائع میں غرق کیا جائے (شکل نمبر ۱۴۷) تو انتصابی دیواروں پر دباؤ مساوی اور مخالف ہوتے ہیں۔ بنابریں یہ قوتیں بلاک کو مائع میں حرکت دینے کا اقتضا نہیں رکھتیں۔ بلاک کے بالائی رُخ پر نیچے کی جانب ایک قوت عمل کرتی ہے۔ یہ قوت اس مائع کے وزن کے برابر ہے جس کا قاعدہ یہ بالائی رُخ ہے اور جس کی بلندی ف۱ ہے۔ نیچے کے رُخ پر اوپر کی جانب ایک قوت عمل کرتی ہے جو مائع کے ایسے کالم کے وزن کے برابر ہے جس کا قاعدہ رُخ زیریں ہے اور جس کی بلندی، مائع کی سطح سے اس رُخ کی گہرائی ہے یعنی ف۔ اوپر کی جانب جو قوت ہے وہ نیچے والے دباؤ سے زیادہ ہے۔ یہ زیادتی مائع کے ایسے کالم کے وزن کے برابر ہے جس کا قاعدہ بلاک کی تراش ہے۔

شکل ۱۴۷

اور جس کی بلندی بلاک کا طول ہے۔ اس کالم کا حجم اس مائع کا حجم ہے جس کو غرق شدہ بلاک ہٹاتا ہے۔ اس کالم کا وزن ہٹے ہوئے مائع کے وزن کے برابر ہے۔

مائع کوئی بھی ہو اور جسم کسی شکل کا بھی ہو ہر صورت میں استدلال یہی رہے گا۔ پس جب کوئی جسم کسی مائع میں غرق ہوتا ہے تو اس کے وزن میں کمی آجاتی ہے اور وزن کا یہ نقصان

ہٹے ہوئے مائع کے حجم کے مساوی ہوتا ہے۔

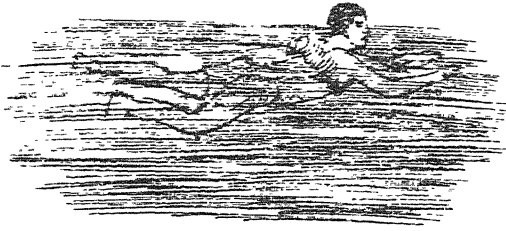
اصول ارشمیدس کے اطلاقات (۱) اصول ارشمیدس اور مچھلیاں :- مچھلیوں میں پانی کی سطح پر آنے یا اور گہرائی میں اُتر جانے کی قابلیت ہوتی ہے۔ اس کا انحصار پانی کی اس مقدار پر ہوتا ہے جس کو وہ ہٹاتی ہیں۔ اس ہٹاؤ کو مچھلیاں اپنے قابو میں رکھتی ہیں۔ اور اس طرح اس قوت کو بھی جو ان کو اوپر اچھالتی ہے وہ ضبط میں رکھتی ہیں۔ ان کے جسموں میں جو ہوائی تھیلیاں ہوتی ہیں اُن کو بڑھا کر وہ اپنے حجموں کو بدل سکتی ہیں اور اس طرح پانی کی قوت تعویم کو بھی بدل دیتی ہیں۔ اس سے ایک قوت اوپر کی جانب پیدا ہو جاتی ہے جو اُن کو اُٹھا دیتی ہے۔ ان ہی ہوائی تھیلیوں کو گھٹا دینے سے اُن کے جسم کا حجم گھٹ جاتا ہے اس سے وہ نیچے اُتر جاتی ہیں۔ اگر مچھلی کو پانی کے ایک ظرف میں رکھا جائے اور ظرف کسی ہوا پمپ کے مرتبان میں رکھدیا جائے تو ہوا کے نکال دینے پر مچھلیوں کی ہوائی تھیلیاں پھٹ جاتی ہیں۔ اور پھر مچھلیاں تہ نشیں ہو جاتی ہیں۔ کیونکہ وہ اب تیر نہیں سکتیں۔

(۲) **پیراکی** جسم انسانی بہ حیثیت مجموعی اپنے مساوی الحجم پانی سے ہلکا ہوتا ہے۔ بنابریں وہ سطح پر تیرتا رہتا ہے۔ سمندر کا پانی چونکہ دریا کے پانی سے بھاری ہوتا ہے اس لئے جسم انسانی اس میں اور آسانی سے تیرتا ہے۔ پیراکی میں دقت اس وجہ سے نہیں ہوتی کہ جسم انسانی تیرتا نہیں ہے، بلکہ دقت کا سبب یہ ہوتا ہے کہ سانس لینے کے لئے سر کا اوپر رکھنا مشکل ہو جاتا ہے۔ انسان میں جسم اسفل کے مقابلے میں سر بھاری ہوتا ہے اس لئے اس میں ڈوبنے کا اقتضا ہوتا ہے، اس لئے انسان کے لئے پیراکی فطری نہیں۔ اس کے لئے وہ ایک فن ہے جس کا اکتساب کرنا پڑتا ہے۔

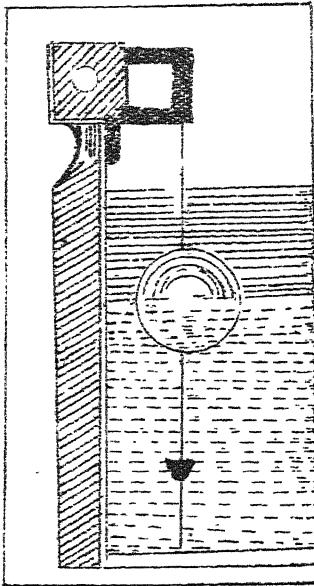
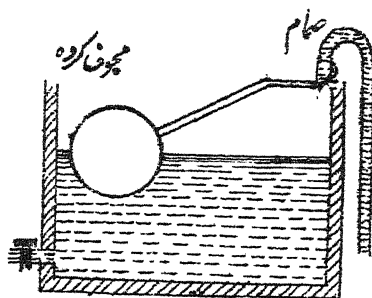
چوپایوں میں چونکہ سر دیگر حصوں کے مقابلے میں ہلکا ہوتا ہے اس لئے وہ اپنے سر کو آسانی سے اوپر رکھ سکتے ہیں۔ اس لئے وہ تیرنے کے لئے فطرتاً موزوں ہیں۔

ایک شخص جو پیرنا نہیں جانتا وہ اگر پانی میں گر پڑے اور اس کے حواس قائم رہیں تو اُسے چاہیئے کہ وہ چت لیٹ جائے تاکہ اس کا منہ اوپر رہے اور وہ سانس لے سکے، پھر وہ مدد کا انتظار کر سکتا ہے۔ لیکن عام طور پر ہوتا یہ ہے کہ ایسا شخص جب پانی میں گر پڑتا ہے تو وہ اپنے ہاتھ پانی سے باہر نکالنا چاہتا ہے گویا کسی سہارے کو تلاش کر رہا ہے، یہ حالت خطرناک ہوتی ہے، کیونکہ بازو اپنی جسامت کے مساوی مائع کو نہیں ہٹاتے۔ اس لئے اُن کا وزن کم نہیں ہوتا بلکہ اب سر کے ساتھ شامل ہو کر ڈوبنے میں ممد ہو جاتا ہے۔

وزن کا اعتبار کیا جائے تو موٹے آدمی دبلے آدمیوں کے مقابلے میں زیادہ آسانی سے پیرتے

ہیں کیونکہ وہ زیادہ پانی ہٹاتے ہیں۔ اسی لیے جو لوگ پیرنا سیکھتے ہیں وہ ہوائی پھکنوں یا کارک کی پیٹیوں وغیرہ سے کام لیتے ہیں۔ ان پیٹیوں کو جیون پیٹی کہتے ہیں۔ یہ پیٹیاں ایسے لوگوں کے باندھ دی جاتی ہیں (شکل ۱۴۸) ان سے یہ فائدہ ہوتا ہے کہ وزن میں کوئی معقول اضافہ کئے بغیر پانی زیادہ ہٹتا ہے اور اس لئے قوت تعویم زیادہ ہوجاتی ہے اور وہ شخص کو ڈوبنے نہیں دیتی۔

شکل ۱۴۸

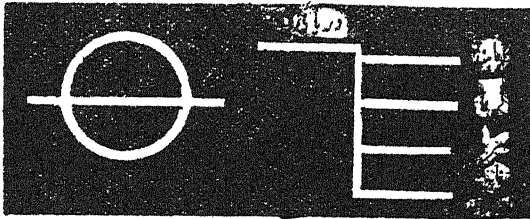
بطخ اور راج ہنس وغیرہ کی طرح متعدد پرندے بھی پانی میں تیرتے ہیں۔ ایسے پرندوں کے بال و پر پانی کو اپنے اندر گزرنے نہیں دیتے۔ اس لئے اُن کا حصہ زیریں محفوظ رہتا ہے اور تھوڑا سا غرق ہونے پر بھی اتنا پانی ہٹا دیتا ہے کہ اس کا وزن پورے پرندے کے وزن کے برابر ہوجاتا ہے۔

(۳) شناورندہ صمام اکثر صورتوں میں اس کی ضرورت ہوتی ہے کہ پانی کی ٹنکی یا حوض میں پانی کے مقدار کو ضبط میں رکھنے کے لئے کوئی خود کار ترکیب استعمال کی جائے۔ چنانچہ جب ٹنکی کافی بھر جاتی ہے تو وہ ایک شناورندہ صمام پر عمل کرتا ہے جو پانی کی آمد کو روک دیتا ہے۔ اس کا عمل شکل ۱۴۹ سے بخوبی سمجھ میں آجائے گا۔ یہ شناورندہ پیتل یا تانبے کا ایک مجوف کرہ ہوتا ہے جو مساوی الحجم پانی سے وزن میں ہلکا ہوتا ہے۔ اصول ارشمیدس کی رو سے ٹنکی کا پانی اس شناورندہ کو اچھالے رکھتا ہے۔ جب پانی ٹنکی میں چڑھنا شروع ہوتا ہے تو اس شناورندہ پر اچھال کی قوت بڑھتی جاتی ہے یہاں تک کہ بیرم جو کرہ میں لگا ہوتا ہے صمام کو بند کر دیتا ہے۔

شکل ۱۴۹

(۴) تیرتے جہاز یا کشتی لوہے کا جہاز پانی پر اس لئے تیرتا ہے کہ اس کا

حجم زیادہ تر ہوا اور ہلکی چیزوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جہاز کی کثافت اضافی بہ حیثیت مجموعی پانی کی کثافت سے کم ہوتی ہے لیکن اگر جہاز میں سوراخ ہو جائے تو جہاز اس وقت ڈوب جاتا ہے جبکہ پانی اور جہاز دونوں کی کثافت اضافی سمندر کے پانی کی کثافت سے بڑھ جاتی ہے۔ جیون کشتی بہت ہلکی چیزوں سے بنی ہوتی ہے اس لئے وہ نہیں ڈوبتی اگرچہ وہ پانی سے بھری کیوں نہ ہو کیونکہ بھری ہونے پر بھی اس کی کثافت اضافی ایک سے کم رہتی ہے:

جہازوں کو بار کرتے وقت اس کا لحاظ ضروری ہے کہ حاشیہ عافیت بہت کافی ہو۔ اگر کل کی کثافت اضافی پانی کی کثافت کے قریب تر ہو جائے تو وہ خطرہ سے خالی نہیں۔ ۱۸۹۰ء تک جہازوں پر اکثر ضرورت سے زیادہ بار ہو جاتا تھا اس لئے وہ متلاطم سمندروں میں ٹھیر نہ سکتے تھے۔ کیونکہ ضرورت سے زیادہ حصہ اُن کا پانی میں ڈوبا رہتا تھا۔ اس خطرہ کو دور کرنے کے لئے برسٹل (انگلستان) کے رہنے والے ایک شخص پلمترول نامی نے کوشش کر کے یہ قانون بنوا دیا کہ جہازوں کو اتنا بار نہ کیا جائے کہ وہ پانی میں ایک حد مقررہ سے زیادہ ڈوب سکیں۔ چنانچہ اب ہر جہاز میں ایک خاص نشان ہوتا ہے جس کو خط پلمترول کہتے ہیں۔ ہر جہاز کو اس نشان سے زیادہ ڈباؤ کی اجازت نہیں دی جاتی (شکل ملنہ۱۵) چونکہ سمندر کے پانی کی ترکیب اور کثافت میں بھی تفاوت ہوتا ہے اس لئے مختلف سمندروں کے لئے مختلف خطوط مقرر کئے جاتے ہیں۔

شکل ملنہ۱۵

جہاز میں سامان لے جانے کی جتنی گنجائش ہوتی ہے اس کو ایک عدد سے ظاہر کرتے ہیں جو جہاز کا ٹنیج کہلاتا ہے۔ اس کو حاصل کرنے کے لئے اس کی پوری فضا کو ۱۰۰ سے تقسیم کر دیتے ہیں۔ دنیا کا سب سے بڑا جہاز میجسٹک ہے۔ اس کا ٹنیج ۵۶۰۰۰ ٹن ہے۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ وہ اس مقدار میں سامان کو لے جا سکتا ہے۔ لیکن اگر کوئی جنگی جہاز ہو جیسے کہ ہُڈ نامی ایک جہاز ہے تو اس کا ٹنیج ۴۰۰۰۰ ٹن ہی ہوگا، کیونکہ اس کی ساخت میں لوہے اور فولاد کا بڑا حصہ ہوتا ہے۔ اس کو خط پلمترول تک لانے کے لئے بہت تھوڑے سے زائد وزن کی ضرورت ہوتی ہے۔

آبدوز کشتی ایسا جہاز ہوتی ہے جس میں کثافت اضافی متغیر اور ضبط میں رہتی ہے۔ اس کشتی میں متعدد ٹنکیاں پانی کے لئے ہوتی ہیں۔ ان میں جتنا پانی داخل ہونے دیا جاتا ہے اتنا ہی کشتی نیچے اُترتی ہے۔ جب پمپ کے ذریعہ یہ پانی نکال دیا جاتا ہے تو کشتی ہلکی ہو جاتی ہے اور اوپر آجاتی ہے۔

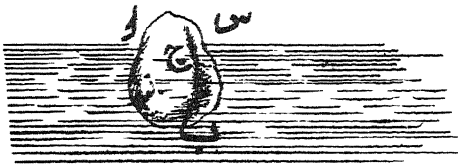
تیرتے اجسام کے مسائل | جب کوئی جسم کسی مائع میں رکھا جاتا ہے تو تین صورتیں پیدا ہوتی ہیں :-

(۱) جسم اور مائع دونوں کی کثافتیں مساوی ہوں :- ایسی صورت میں جسم اور مائع دونوں کے مساوی حجموں کے وزن برابر ہوں گے۔ پس اصول ارشمیدس کی رو سے قوت تعویم اور قوت جاذبہ دونوں مساوی اور مخالف ہوں گی یعنی دونوں قوتیں تعادل میں ہوں گی اس لئے جسم مائع میں ہر وضع میں معلق رہے گا۔

(۲) جسم مائع سے کثیف تر ہو :- اس صورت میں مساوی حجم لئے جائیں تو جسم کا وزن زیادہ ہوگا پس قوت جاذبہ قوت تعویم پر غالب آئے گی۔ اس لئے جسم مائع میں ڈوب جائے گا۔

(۳) مائع جسم سے کثیف تر ہو :- اس صورت میں مساوی الحجم مائع کا وزن زیادہ ہوگا۔ یعنی قوت تعویم قوت جاذبہ پر غالب ہوگی۔ پس جسم اوپر اٹھے گا یہاں تک کہ وہ اپنے مساوی الوزن مائع کو ہٹا دے گا۔ ایسی صورت میں کہتے ہیں کہ جسم تیر رہا ہے۔ چنانچہ کارک، لکڑی وغیرہ پانی پر تیرتی ہیں اور لوہا پارے پر تیرے گا۔

اب یہاں ہم تیرتے جسموں سے متعلق چند مسائل بیان کریں گے :-

(۱) آزادانہ تیرتے جسم کے شرائط توازن :- فرض کرو کہ ا ب س، ایک جسم ہے اور ج اس کا مرکز جاذبہ ہے۔ اور فرض کرو کہ س مرکز تعویم ہے۔ جسم پر دو قوتیں عمل کر رہی ہیں۔ ایک تو اس کا وزن و ہے جو ج پر نیچے کی جانب عمل کرتا ہے۔ دوسرے ہٹے ہوئے مائع کا وزن و جو اوپر کی جانب س پر عمل کرتا ہے۔ پس توازن کے لئے

شکل ۱۵۱

ضروری ہے کہ یہ دونوں قوتیں مساوی اور مخالف ہوں اور ان کے نقطہ عمل ایک ہی خط پر واقع ہوں بنا بریں توازن کے شرائط حسب ذیل ہوئیں :-

(ا) جسم کا وزن ہٹے ہوئے سیال کے وزن کے مساوی ہو۔

(ب) مرکز جاذبہ اور مرکز تعویم ایک ہی انتصابی خط پر ہوں۔

(۲) سیال میں ٹھوس کا غرق شدہ حجم :- اگر کسی معین کثافت کے مائع میں کوئی ٹھوس آزادانہ تیرے تو ہم کو غرق شدہ حصے کا حجم دریافت کر سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ ح = ٹھوس کا حجم ث = ٹھوس کی کثافت

ح = غرق شدہ حجم　　　　ثَ = سیال کی کثافت

چونکہ ٹھوس کا وزن = ہٹے ہوئے سیال کا وزن، اس لئے ٹھوس کی کمیت = ہٹے ہوئے سیال کی کمیت

ٹھوس کی کمیت = ح ث ، ہٹے ہوئے سیال کی کمیت = حَ ثَ

∴ ح ث = حَ ثَ　　　∴ حَ = ح $\frac{ث}{ثَ}$

اگر سیال پانی ہو تو $\frac{ث}{ثَ}$ = ٹھوس کی کثافت اضافی = $\frac{حَ}{ح}$

پس معلوم ہوا کہ جب کوئی ٹھوس پانی میں تیرتا ہے تو اس کی کثافت اضافی غرق شدہ حجم اور ٹھوس کے کل حجم کی نسبت ہوتی ہے۔

نتیجہ صریح:۔ اگر ہم حَ کی پیمائش کر سکیں تو پھر اس نتیجہ کو ہم مختلف سیالوں کی کثافتوں کا مقابلہ کرنے کے لئے استعمال کر سکتے ہیں۔ کیونکہ

ثَ = $\frac{ح ث}{حَ}$

اب ٹھوس کو ثً کثافت کے کسی دوسرے مائع میں تیراؤ۔ فرض کرو کہ غرق شدہ حجم = حً

تو ثً = $\frac{ح ث}{حً}$　　∴ $\frac{ثَ}{ثً}$ = $\frac{حً}{حَ}$

یعنی دو سیالوں کی کثافتیں جن میں ایک معین ٹھوس تیر سکے، غرق شدہ حجموں کے بالعکس متناسب ہوتی ہیں۔

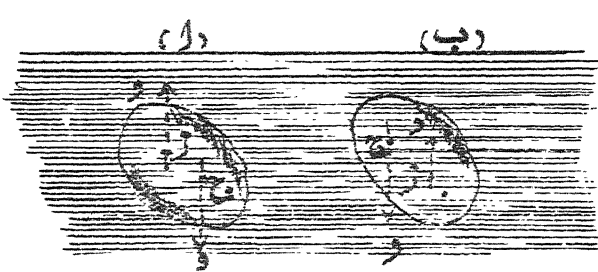
اس اصول کو مائع پیما میں استعمال کرتے ہیں جس کی تشریح آئندہ باب میں ہے۔

تیرتے جسم کی قیام پذیری | اوپر ہم نے تیرتے جسم کے توازن کے شرائط دریافت کئے ہیں۔ اب ہم اس توازن کی قیام پذیری معلوم کرنا چاہتے ہیں:۔

(۱) جبکہ جسم کلیتہً غرق ہو اور تیرتا ہو:۔ اگر جسم اور سیال دونوں متجانس ہوں تو جسم کا مرکز جاذبہ اور سیال کا مرکز تعویم دونوں ایک ہوں گے۔ یعنی قوت تجاذب اور قوت تعویم دونوں ایک ہی نقطہ پر عمل کریں گی، اس لئے ہر وضع توازنی ہوگی۔ پس توازن تعدیلی ہوگا۔

لیکن اگر جسم یا سیال متجانس نہ ہو تو پھر ہر دو مرکز منطبق نہ ہوں گے۔ ایسی حالت میں کئی صورتیں پیدا ہوں گی۔

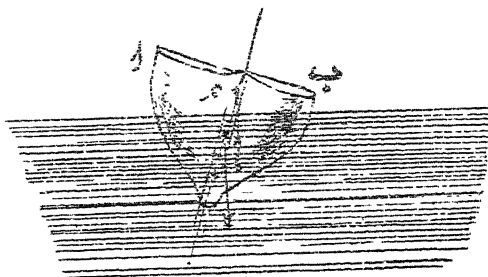
فرض کرو کہ جسم متجانس نہیں ہے۔ مثلاً ایک لکڑی کا ٹکڑا ہو جس میں سیسے کا ایک پتر لگا ہو اور پتر کا وزن ایسا ہو کہ لکڑی تیرتی رہے یا شیشہ کا ایک جوف مع ساق کے ہو اور جوف میں تھوڑا پارا بھرا ہو، تو نقل مکان بغیر گردش کے ہو سکتے ہیں۔ اس صورت میں توازن تعدیلی ہوگا یا پھر ایسے نقل مکان

ہوں گے جن میں جسم کسی محور کے گرد گھومے گا۔
شکل ۱۵۲ ا، ب میں دو صورتیں دکھلائی گئی ہیں۔ ہر شکل میں ج مرکز جاذبہ ہے اور سٓ مرکز تعویم۔ پہلی شکل میں ج نیچے ہے اور دوسری میں سٓ نیچے ہے۔ ہر صورت میں جسم اپنی توازنی وضع سے سرک گیا ہے۔ جسم کا وزن و عمل کرتا ہے۔ ج پر اور سٓ پر قوت تعویم ق عامل

شکل ۱۵۲

ہے۔ دونوں مساوی اور مخالف ہیں۔ اس لئے دونوں سے ایک جفت بنتا ہے۔ شکل (ا) میں یہ جفت جسم کو درست کر دیتا ہے اس لئے توازن قائم ہے۔ شکل (ب) میں اس جفت سے نقل مکان بڑھ جاتا ہے اس لئے توازن غیر قائم ہے۔ قائم توازن کے لئے ضروری ہے کہ جہاں تک ہو سکے ج پست ترین وضع میں ہو۔

(۱۱) جبکہ جسم جزءً غرق ہو:۔ یہاں حالات بالکل مختلف ہیں۔ ایسا جسم اگر تر سکے تو انتصابی نقل مکان کے لئے قائم توازن میں ہوگا۔ اگر اس کو نیچے دبایا جائے گا تو تعویم بڑھ جائے گی اور وہ پھر اوپر آجائے گا۔ اگر اس کو اوپر اٹھایا جائے گا تو تعویم گھٹ جائے گی اور جسم پھر اتر جائے گا۔

لیکن اگر حرکت گردشی ہو تو اس کے لئے توازن قائم بھی ہو سکتا ہے اور غیر قائم بھی۔ جب جسم سرک جاتا ہے تو عام طور پر مرکز تعویم بھی جسم میں اپنی وضع بدل دیتا ہے۔

فرض کرو کہ حسب شکل ۱۵۳ ج جسم کا مرکز جاذبہ ہے اور سٓ اس کا مرکز تعویم توازنی وضع میں۔ اگر جسم میں نقل مکان ہو تو فرض کرو کہ نئے مرکز تعویم کا محل سٓ ہے۔ جسم کی ساخت ایسی مان لو کہ سٓ، ج، سٓ انتصابی مستوی میں واقع ہوں اور حرکت ایسی مانو کہ ہٹے ہوئے پانی کا حجم غیر متغیر رہے تاکہ تعویم میں کوئی تغیر نہ ہو۔ اس کی مثال ایک جہاز میں ملتی ہے جس کو یا تو ہوا گھما دے یا سامان کے

شکل ۱۵۳

ادھر ادھر کرنے سے وہ گھوم جائے۔

نۂ سے ایک خط نۂ م انتصاباً کھینچو تاکہ وہ خط نۂ ج کو م پر قطع کرے۔ پس توازن کا انحصار م کی وضع پر ہوگا۔ اب قوت تعویم م پر انتصاباً اوپر کی طرف عمل کرے گی اور قوت جاذبہ ج پر انتصاباً نیچے۔ ان دونوں قوتوں سے ایک جفت بنے گا۔ اگر م اوپر ہوا ج کے تو جفت جسم کو درست کردے گا۔ لیکن اگر م نیچے ہو تو پھر جفت سے جسم کا نقل مکان زیادہ ہو جائے گا۔

نۂ اور اس لئے م کا انحصار جسم کی شکل پر ہے۔ اگر نقل مکان قلیل ہو تو نقطہ م کو مرکز مابعد کہتے ہیں۔ پس شرط توازن یہ ہے کہ مرکز مابعد مرکز جاذبہ کے اوپر ہونا چاہیئے۔

مرکز مابعد کی تعریف ہم یوں کر سکتے ہیں:۔

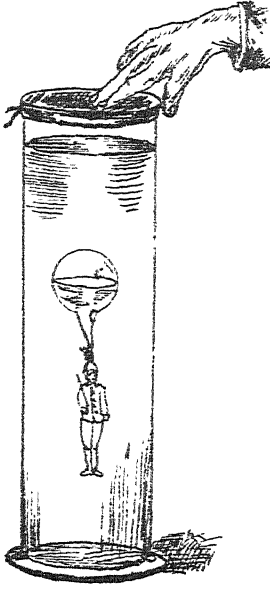
فرض کرو کہ ایک تیرتے جسم میں کسی افقی محور کے گرد ایک قلیل زاویہ میں نقل مکان اس طرح پیدا ہوتا ہے کہ ہٹے ہوئے سیال کا حجم غیر متغیر رہتا ہے۔ اور یہ نقل مکان ایسا ہوتا ہے کہ مرکز تعویم کی نئی وضع میں سے انتصابی خط مرکز جاذبہ اور ابتدائی مرکز تعویم کو ملانے والے خط کو قطع کرتا ہے۔ تو ان ہر دو خطوط کے نقطہ تقاطع کو مرکز مابعد کہتے ہیں۔

اس سے معلوم ہوا کہ جہاز ہو یا کشتی یا کوئی تیرتا جسم اس کی قیام پذیری کا انحصار مرکز جاذبہ کی اضافت سے مرکز مابعد کی وضع پر ہوتا ہے۔ کشتی کا وزن معین ہو اور اس کی شکل خاص ہو تو مرکز مابعد کو جہاں تک ہو سکے پست رکھنا چاہیئے۔ لیکن جہازوں کی صورت میں نقل مکان معتدبہ ہوتے ہیں، اس لئے علاوہ مرکز مابعد کی وضع کے دیگر امور کا بھی لحاظ کرنا پڑتا ہے۔

تیرتے اجسام کے متعلق تجربے | ذیل کے تجربوں سے تیرتے اجسام کے کلیوں کی توضیح ہوتی ہے:۔

(۱) انڈے کی کمیت اپنے مساوی الحجم تازہ پانی کی کمیت سے زیادہ ہوتی ہے۔ لیکن پانی میں نمک کا طاقتور محلول بنایا جائے تو پھر انڈے کی کمیت کم ہو جاتی ہے۔ بنابریں انڈا تازہ پانی میں ڈوب جائے گا اور نمک کے طاقتور محلول میں تیرے گا۔

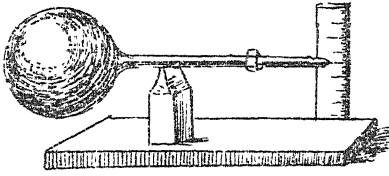
اگر ظرف میں نمک کا محلول آدھا بھر دیا جائے اور پھر تازہ پانی باقی آدھے میں بھر دیا جائے تو دونوں مائع تماس پر آمیز ہو جائیں گے۔ اس سے متغیر کثافت کی تہیں بن جائیں گی۔ تازہ پانی میں انڈا ڈالا جائے گا تو وہ ڈوب جائے گا، لیکن تھوڑی دیر تک اوپر نیچے اہتزاز کرنے کے بعد ایسی وضع میں ساکن ہوگا کہ ہٹے ہوئے سیال کی کمیت انڈے کی کمیت کے برابر ہو جائے گی۔

(۲) کارتیسی غواص:۔ شیشے کے ایک چھوٹے جوف میں نیچے کی طرف ایک سوراخ ہوتا ہے۔

شکل ۱۵۴
(شکل ۱۵۴) جوفے کے نیچے ایک وزن ہوتا ہے جو اتنا ہوتا ہے کہ جوفہ تیر سکتا ہے۔ یہ وزن اکثر کسی آدمی وغیرہ کی شکل کا ہوتا ہے۔ اسی واسطے اس کا نام غواص ہے۔ یہ جوفہ ایک بڑی اسطوانی کے اندر ڈالا جاتا ہے جس میں پانی بھرا جاتا ہے۔ اسطوانی کو ربڑ کے ایک ٹکڑے سے بند کر دیتے ہیں۔ ربڑ کو جب دبایا جاتا ہے تو پانی کے اوپر ہوا کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ یہ دباؤ جوفہ کی ہوا کو منتقل ہوتا ہے چنانچہ وہ سکڑنے لگتی ہے اس کی وجہ سے پانی جوفے میں داخل ہوتا ہے اس سے جوفہ مع اپنے لوازمات کے پانی سے بھاری ہو جاتا ہے اس لئے وہ ڈوبنے لگتا ہے۔ ربڑ کا دباؤ دور کر دیا جائے تو جوفہ کی ہوا پھیلتی ہے اور پانی کو باہر نکال دیتی ہے اس سے جوفہ پھر ہلکا ہو جاتا ہے اس لئے وہ اوپر آ جاتا ہے۔ لیکن اگر ظرف بہت گہرا ہو تو ربڑ پر دباؤ دور کر دینے کے بعد بھی جوفہ اوپر نہیں آتا، کیونکہ خود پانی کا دباؤ اتنا ہو جاتا ہے کہ جوفہ کی ہوا کو پھیلنے کا موقع نہیں ملتا۔ ایسی صورت میں ہوا پمپ سے مدد لے کر غواص کو اوپر لاتے ہیں۔

ہوا کی تعویم ہوا ایک مادی شے ہے چنانچہ اس میں بھی وزن ہے جیسا کہ آئندہ کسی باب میں ہم اس کے متعلق تجربے بیان کریں گے۔ پس جب کسی شے کو ہوا میں وزن کیا جاتا ہے تو اس پر ہٹی ہوئی ہوا کے وزن کے برابر اوپر کی جانب ایک اچھال عمل کرتا ہے۔ بنا بریں ہوا میں جو ہم وزن لیتے ہیں وہ شے کا صحیح وزن نہیں ہوتا۔

ہوا کی تعویم کی توضیح میں ہم غبارہ کو پیش کر سکتے ہیں۔ یہ غبارہ ریشم یا کسی دوسری ہلکی چیز کا ایک ہوا بند تھیلا ہوتا ہے جس میں ہائڈروجن یا ہیلیم یا کوئی اور ہلکی گیس بھر دیتے ہیں۔ پس غبارہ جتنی ہوا کو ہٹاتا ہے وہ وزن میں اس کے وزن سے زیادہ ہوتی ہے اس لئے غبارہ اوپر اٹھ سکتا ہے۔ اور پھر چند آدمیوں کو بھی اٹھا لے جا سکتا ہے، صرف شرط یہی ہے کہ ہٹی ہوا کا وزن غبارہ اور اس کے بوجھ سے زیادہ ہو۔

آتشبازی کا جو غبارہ ہوتا ہے اس میں گرم ہوا ہوتی ہے جو سرد ہوا سے لطیف تر ہوتی ہے۔ ذیل کے تجربے سے بھی ہم ہوا کی تعویم کو دکھلا سکتے ہیں :-

(شکل ۱۵۵) میں شیشے کا ایک جوفہ ہے جس کی دیواریں پتلی ہیں۔ اس جوفہ میں ایک ساق بھی لگی ہے،

شکل ۱۵۵

جس کا سرا بند ہے۔ اس ساق پر دھاتی پاسنگ ہوتا ہے جس کی مدد سے جوفہ کو ایک دھار پر متوازن کرلیا جاتا ہے۔

جوفہ جتنی ہوا ہٹاتا ہے وہ اس سے کہیں زیادہ ہے جو ساق اور پاسنگ سے ہٹتی ہے۔

چونکہ حالت تعادل کی ہے اس لئے دھار کے گرد معیار اثر لینے سے

جوفہ مع ہوا کا معیار اثر ــ جوفہ سے ہٹی ہوا کا معیار اثر

= پاسنگ اور ساق کا معیار اثر ــ ان سے ہٹی ہوا کا معیار اثر

اس آلہ کو پھر ہوا پمپ کے زیر عمل رکھ کر ہوا نکال لی جاتی ہے۔ خلا جتنا بڑھتا جاتا ہے جوفہ اُتنا ہی نیچے گرتا اور پاسنگ اُتنا ہی اُٹھتا جاتا ہے۔ جب ہوا نکل جاتی ہے تو اوپر کی جانب اُچھال کم ہو جاتا ہے۔ اس لئے جوفہ پر تعویمی اثر پاسنگ کے مقابلے میں زیادہ ہو جاتا ہے۔

وزن میں تعویمی تصحیح | ہوا کی تعویم وزن کے عمل پر اثر ڈالتی ہے۔ اگرچہ یہ اثر بہت قلیل ہوتا ہے تاہم طریقہ تصحیح یہاں درج کیا جاتا ہے :-

فرض کرو کہ ک = جسم زیر وزن کی کمیت ، ث = جسم کی کثافت

کب = باٹوں کا وزن ثب = باٹوں کی کثافت

اور ثہ = ہوا کی کثافت

جسم کا حجم = $\frac{\text{ک}}{\text{ث}}$ اور ہٹی ہوئی ہوا کی کمیت = $\frac{\text{ک}}{\text{ث}} \times \text{ثہ}$

باٹوں سے ہٹی ہوئی ہوا کی کمیت = $\frac{\text{کب}}{\text{ثب}} \times \text{ثہ}$

اگر ترازو درست ہو تو جسم کے وزن اور اس سے ہٹی ہوا کے وزن میں فرق باٹوں کے وزن اور باٹوں سے ہٹی ہوا کے وزن کے فرق کے مساوی ہونا چاہیئے۔ اور چونکہ باٹوں کے وزن اُن کی کمیتوں کے متناسب ہیں

اس لئے $\text{ک} - \frac{\text{ک}\,\text{ثہ}}{\text{ث}} = \text{کب} - \frac{\text{کب}\,\text{ثہ}}{\text{ثب}}$

$$\text{ک} = \text{کب} \left(\frac{1 - \frac{\text{ثہ}}{\text{ثب}}}{1 - \frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}} \right) = \text{کب} \left(1 - \frac{\text{ثہ}}{\text{ثب}}\right) \left(1 + \frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}\right)$$

$$= \text{کب} \left(1 - \frac{\text{ثہ}}{\text{ثب}} + \frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}\right)$$

∵ $\frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}$ اور $\frac{\text{ثہ}}{\text{ثب}}$ قلیل ہیں
∵ $\frac{\text{ثہ}}{\text{ثب}} \times \frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}$ قلیل تر اس لئے نظرانداز

ہوا کے لئے معیاری حالت میں ثہ = ۰ء۰۰۱۲ گرام فی مکعب سمر

اور پیتل کے لئے ث = ۸ " " " " "

پس $\frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}$ = ۰ء۰۰۰۱۵ تقریباً

جسم اگر پانی ہو تو پانی کے لئے ث = ۱ گرام فی مکعب سمر ∴ $\frac{\text{ثہ}}{\text{ث}}$ = ۰ء۰۰۱۲

پس پانی کی صحیح کمیت ک = ک۰ (۱ − ۰ء۰۰۰۱۵ + ۰ء۰۰۱۲) = ک۰ (۱ + ۰ء۰۰۱۰۵)

یہ تصحیح ۰ء۱ فی صد تقریباً ہوتی ہے۔

مشقی سوالات ۱۳

۱۔ لوہے کے ایک ٹکڑے کا وزن ہوا میں ۷۸ گرام ہے اور پانی میں ۶۸ گرام۔ ہٹے ہوئے پانی کا حجم کیا ہے؟ اور لوہے کی کثافت کیا ہے؟

ہٹے پانی کی کمیت = پانی میں لوہے کا نقصانِ وزن = ۷۸ − ۶۸ = ۱۰ گرام

∴ " " کا حجم = لوہے کا حجم = ۱۰ مکعب سمر

∴ لوہے کی کثافت = $\frac{۷۸}{۱۰}$ = ۷ء۸ گرام فی مکعب سمر

۲۔ برف کے ایک ٹکڑے کا حجم ۲۴۵ء۵ مکعب انچ ہے وہ پانی میں تیرتا ہے تو ۲۲۰ء۵ مکعب انچ برف پانی کے اندر رہتا ہے۔ برف کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

برف کی کثافت اضافی = $\frac{\text{پانی میں ٹھوس کا غرق شدہ حجم}}{\text{ٹھوس کا کل حجم}}$ = $\frac{۲۲۰ء۵}{۲۴۵ء۵}$ = ۰ء۹

۳۔ ایک لکڑی کی کثافت اضافی ۰ء۶ ہے۔ وہ ایک تیل میں تیر رہی ہے جس کی کثافت اضافی ۰ء۸۵ ہے۔ لکڑی کے حجم کی کون سی کسر ڈوبی رہتی ہے۔

ہٹے ہوئے تیل کے حجم کا وزن = لکڑی کا وزن ∴ $\frac{\text{غرق شدہ حجم}}{\text{کل حجم}}$ = $\frac{۰ء۶}{۰ء۸۵}$ = $\frac{۶۰}{۸۵}$ = ۰ء۷

۴۔ ایک جسم کا حجم ۳۰ مکعب سمر ہے۔ اس کی کثافت اضافی ۱ء۵ ہے۔ اس کو ایک ظرف میں رکھا جاتا ہے اور اس کو پانی سے بس ڈھک دیا جاتا ہے۔ پیندے پر کتنے اچھال سے وہ عمل کرتا ہے۔

جسم کا وزن = ۳۰ × ۱ء۵ = ۴۵ گرام   ہٹے پانی کا وزن = جسم کا حجم گرام میں = ۳۰ گرام

∴ مطلوبہ اچھال = ۴۵ − ۳۰ = ۱۵ گرام وزن

۵۔ ایک غبارے اور اس کے متعلقات کا وزن ۳۰۰۰ پونڈ ہے۔ ہٹی ہوئی ہوا کی کمیت ۳۴۰۰ پونڈ ہے۔

غبارہ کس اسراع سے اوپر اُٹھتا ہے؟

حاصل قوت اوپر کی جانب = ۳۴۰۰ − ۳۰۰۰ = ۴۰۰ پونڈ وزن = ۴۰۰ × ۳۲ پونڈل

متحرک کمیت = ۳۰۰۰ پونڈ ∴ مطلوبہ اسراع = $\frac{۴۰۰ \times ۳۲}{۳۰۰۰}$ = ۴٫۲۶ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ

۶- ۱۰ پونڈ وزن کا ایک جسم ایک مائع میں تیرتا ہے تو اس کا $\frac{۱}{۳}$ حجم اوپر رہتا ہے۔ جسم کو محض ڈبانے کے لئے کتنے وزن کے رکھنے کی ضرورت ہے۔

جسم کی کثافت اضافی = $\frac{\text{غرق شدہ حجم}}{\text{کل حجم}}$ = $\frac{۱ - \frac{۱}{۳}}{۱}$ = $\frac{۲}{۳}$ ∴ ہٹے ہوئے پانی کی کمیت = $\frac{۳}{۲}$ × ۱۰ = ۱۵ پونڈ

∴ زائد وزن مطلوبہ = ۱۵ − ۱۰ = ۵ پونڈ۔ اس وزن سے جسم پورا غرق ہو جائے گا اور تیرے گا۔

۷- ۱۰ انچ بلند لکڑی کا ایک مستطیل بلاک پانی میں ۷٫۰ انچ ڈوبتا ہے اور ایک تیل میں ۸٫۰ انچ۔ لکڑی اور تیل کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۸- ۲۴ گرام وزن کا لکڑی کا ایک ٹکڑا پانی میں تیرتا ہے تو اس کا $\frac{۲}{۳}$ حجم غرق ہو جاتا ہے۔ لکڑی کی کثافت اور اس کا حجم دریافت کرو۔

۹- ۷۱٫۴ کلوگرام وزن کا ایک آدمی سمندر کے پانی میں (کثافت اضافی ۱٫۰۲) سطح پر تیرتا ہے۔ اس کا حجم دریافت کرو۔

۱۰- پانی سے بھرا ایک برتن ایک سیدھی آویزاں کمانیدار ترازو کے پلڑے میں رکھا ہے۔ ایک جسم کو ایک دوسری کمانیدار ترازو میں لگا کر اس پانی میں لٹکاتے ہیں۔ بتلاؤ کہ ہر دو ترازوؤں کی خواندگیوں میں تغیر کس طرح واقع ہوگا۔

۱۱- ۲۷۵ گرام وزن کا لوہے کا ایک ٹکڑا پارے میں تیرتا ہے تو اس کا ۰٫۵۷ حجم غرق ہو جاتا ہے۔ لوہے کی کثافت اضافی اور اس کا حجم دریافت کرو۔

۱۲- سمندر کے پانی کی کثافت اضافی ۱٫۰۲۸ ہے اور برف کی ۰٫۹۱۸۔ برف کے ایک پہاڑ کے حجم کی کون سی کسر پانی کے باہر رہے گی؟

۱۳- ایک سلاخ کا $\frac{۳}{۴}$ حجم ایک مائع (کثافت اضافی ۰٫۸۴) میں غرق ہو جاتا ہے۔ اگر اس کو ایک دوسرے مائع (کثافت اضافی ۱٫۲) میں رکھا جائے تو کتنا حجم غرق ہوگا؟

۱۴- ۱۰ سمر دبازت اور ۰٫۹ کثافت اضافی کا لکڑی کا ایک مستطیل بلاک پانی میں تیرتا ہے اور اس کی بالائی سطح افقی ہے۔ ۰٫۶ کثافت اضافی کا تیل پانی پر ڈالا جاتا ہے۔ ثابت کرو کہ لکڑی ۱٫۵ سمر اُٹھ جائے گی۔

۱۵- سونے اور لوہے (کثافت اضافی ۷٫۸۲) کے مساوی حجم باندھ کر پارے (کثافت اضافی ۱۳٫۶) میں

ڈالے جاتے ہیں۔ وہ مائع پر بس تیرتے ہیں۔ سونے کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۶۔ ۰۱ کلو گرام کارک پانی میں بالکل غرق ہیں۔ پانی کا حاصل اُچھال کیا ہے؟ اگر کارک کو چھوڑ دیا جائے تو وہ کس اسراع سے اوپر اُٹھے گا۔

۱۷۔ ایک کشتی کا پیندا ۲۰ × ۳۰ ہے۔ جب چند موٹریں اس پر لادی جاتی ہیں تو وہ سابق سے ۴ اور پانی میں اُتر جاتی ہے۔ موٹروں کا وزن دریافت کرو۔

۱۸۔ پانی میں ۰۰ا گرام لوہا، نمکین پانی میں ۵۰۳ گرام تانبا، اور سلفیورک ترشہ میں ۵۰۰ مکعب سم سیسا جب پورے غرق ہوں تو اُن پر حاصل اُچھال دریافت کرو۔

۱۹۔ ۳۰ × ۴۰ پیندے والی ایک کشتی میں ہاتھی سوار کیا گیا تو کشتی پانی میں ۲ اُتر گئی۔ ہاتھی کا وزن دریافت کرو۔ کشتی کا وزن نظر انداز کر دو۔

۲۰۔ برف کا ایک پہاڑ پانی پر تیرتا ہے تو ۲۰۰۰ مکعب فٹ اوپر رہتے ہیں، پہاڑ کا حجم کیا ہے؟

۲۱۔ ایک دخانیہ کا وزن ۱۲۰۰ ٹن ہے۔ اگر سمندر کے پانی کی کثافت ۶۴ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو اس کا ہٹاؤ دریافت کرو۔ سامان بار کرنے پر اس کا آبی خط ۴ نیچے اتر گیا۔ اگر دخانیہ کا تراشی رقبہ ۳۰۰۰ مربع فٹ ہو تو سامان کتنے وزن کا تھا؟

۲۲۔ ایک برتن میں پانی اور پارہ ہے۔ ۵ سم ضلع کا لوہے کا ایک مکعب مائعوں کے ساتھ توازن میں ہے اور اس کے رُخ انتصابی اور اُفقی ہیں۔ بتلاؤ کہ ہر ایک مائع میں اس کا کتنا حصہ ہے۔ لوہے اور پارے کی اکائی کثافتیں ۷،۷ اور ۱۳،۶ ہیں۔

۲۳۔ ایک غوطہ زن اور اس کے آلۂ غواصی کا وزن ۱۰۰ کلو گرام ہے۔ اس کو محض ڈبانے کے لئے سیسے کے ۱۲۵،۴ کلو گرام درکار ہیں۔ اگر سیسے کی کثافت ۱۱،۳ گرام فی مکعب سم ہو تو غوطہ زن اور اس کے آلے کا حجم دریافت کرو۔

۲۴۔ ۱۲۸ پونڈ وزن کا ایک آدمی سمندر میں تیرتا ہے۔ وہ لکڑی (کثافت اضافی ۰،۶۸) کے ایک ٹکڑے کو پکڑ کر اپنے جسم کا ۰،۵ مکعب فٹ اوپر رکھتا ہے۔ اگر لکڑی کے ٹکڑے کا حجم ۱،۵ مکعب فٹ ہو اور خالص پانی کی کثافت ۶۲،۵ پونڈ فی مکعب فٹ ہو تو سمندر کے پانی کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

بیسواں باب

کثافت اضافی کی پیمائش

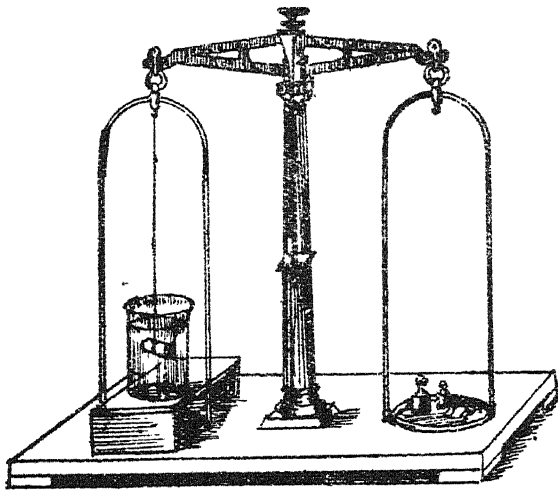
اُصول | کثافت اضافی کی پیمائش کے لئے جو طریقے استعمال کئے جاتے ہیں وہ مختلف حالات کے لحاظ سے مختلف ہوتے ہیں۔ لیکن ان سب میں قدر مشترک زیادہ تر اصول ارشمیدس ہے۔ کثافت دراصل وزن اور حجم کی نسبت کا نام ہے۔ وزن تو ہر شئے کا آسانی سے معلوم ہو جاتا ہے لیکن حجم کی دریافت میں بالعموم دقت واقع ہوتی ہے اس لئے اصول ارشمیدس کا اطلاق کیا جاتا ہے کیونکہ ہر شئے اُتنے ہی پانی کو ہٹاتی ہے جتنا اس کا حجم ہوتا ہے اور چونکہ ۱ مکعب سمر پانی کا وزن ۱ گرام ہوتا ہے اس لئے ہٹے پانی کا وزن شئے کے حجم کے عدداً مساوی ہوتا ہے۔ پس حجم معلوم ہونے سے کثافت معلوم ہو جاتی ہے اور چونکہ س۔گ۔ث نظام میں کثافت اور کثافت اضافی ایک ہی عدد سے تعبیر ہوتے ہیں اس لئے کثافت اضافی دریافت ہو جاتی ہے۔

پس ہم بھی ذیل میں وہ طریقے بیان کریں گے جو اصول ارشمیدس کے اس اطلاق کی توضیح کریں گے:۔

ماسکونی ترازو | یہ ایک معمولی ترازو ہوتی ہے جس میں اس بات کا انتظام کیا جاتا ہے کہ کسی شئے کو پانی میں تولا جا سکے۔ اس کے لئے ترازو کے پلڑان پر ایک چوبی چوکی رکھتے ہیں۔ اس پر پانی سے بھرا ایک منقارہ ہوتا ہے اس پانی میں وہ شئے غرق ہوتی ہے جس کو ترازو کی ڈنڈی کے ایک سرے کے ہک سے لٹکاتے ہیں (شکل ۱۵۶ء)

شکل ۱۵۶ء

اس طرح پانی میں شئے کا وزن معلوم ہو جاتا ہے۔

لیکن پانی میں وزن کرتے وقت چند باتوں کا لحاظ ضروری

ہے۔ پہلی بات تو یہ ہے کہ جس تار یا ڈورے سے شے کو لٹکایا جائے اس کو شے کے وزن کے مقابلے میں بہت قلیل وزن ہونا چاہیئے۔ اگر شے خود بہت ہلکی ہے تو اس کے لٹکانے کے لئے ڈورے یا تار کو بہت باریک ہونا چاہیئے۔ البتہ اتنا باریک نہ ہونا چاہیئے کہ وزن ہی کو نہ سنبھال سکے۔ دوسری وقت جو پیدا ہوتی ہے وہ یہ ہے کہ پانی میں ہمیشہ ہوا حل شدہ ہوتی ہے۔ اس سلئے ظرف کی دیواروں اور غرق شدہ شے پر ہوا کے بلبلے آکر جمع ہو جاتے ہیں۔ ان بلبلوں کی تقویم کی وجہ سے وزن میں فرق واقع ہوتا ہے۔ لہٰذا وزن کرنے سے پہلے ان بلبلوں کو بالکل دور کر دینا چاہیئے اور اگر ہو سکے تو پانی کو جوش دے لیا جائے اور پھر ٹھنڈا ہونے دیا جائے۔ یہ احتیاطیں چھوٹے جسم کی صورت میں بالخصوص زیادہ ضروری ہیں۔

اب ہم چند تجربے ماسکونی ترازو سے بیان کرتے ہیں:۔

(i) پانی سے بھاری ٹھوس کی کثافت اضافی:۔ پہلے شے کو ترازو کے پلڑے میں رکھکر ہوا میں وزن کر لو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۱ گرام ہے۔ اب ٹھوس کو لٹکا کر پانی میں وزن کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۲ گرام ہے۔ تو

ٹھوس کا نقصان وزن پانی میں = (و۱ - و۲) گرام = شے کا حجم مکعب سمر میں

∴ ٹھوس کی کثافت اضافی = و۱ / (و۱ - و۲)

(ii) پانی سے ہلکے ٹھوس کی کثافت اضافی:۔ ٹھوس چونکہ پانی سے ہلکا ہے اس لئے وہ پانی پر تیرے گا۔ اس کو ڈبونے کے لئے ایک لنگر اس کے ساتھ باندھ دو۔ لنگر ایسا ہو کہ پانی اس پر کوئی عمل نہ کرتا ہو۔ پس پہلے شے کو ہوا میں تول لو۔ پھر لنگر باندھ کر پانی میں تول لو اور پھر خالی لنگر کو پانی میں تول لو۔

فرض کرو کہ یہ وزن علی الترتیب و۱، و۲، و۳ گرام ہیں۔

∴ (ٹھوس + لنگر) کا وزن پانی میں = و۲ اور صرف لنگر کا وزن پانی = و۳

∴ ٹھوس کا وزن پانی میں = و۲ - و۳ ∴ ٹھوس کا نقصان وزن پانی میں = و۱ - (و۲ - و۳)

∴ ٹھوس کی کثافت اضافی = و۱ / (و۱ - (و۲ - و۳)) = و۱ / (و۱ - و۲ + و۳)

(iii) مائع کی کثافت اضافی:۔ کوئی ٹھوس ایسا لو جس پر نہ پانی عمل کرتا ہو اور نہ مائع۔ اس ٹھوس کو ہوا میں وزن کر لو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۱ گرام ہے۔ پھر اس کو پانی میں وزن کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۲ گرام ہے۔ پھر مائع میں وزن کرو۔ فرض کرو کہ وہ و۳ گرام ہے۔

تو ٹھوس کے مساوی الحجم مائع کا وزن = مائع میں ٹھوس کا نقصان وزن = و۱ - و۳

اور 〃 〃 〃 〃 پانی 〃 = 〃 پانی ——————— = و۱ - و۲

∴ مائع کی کثافت اضافی = (و۱ - و۳) / (و۱ - و۲)

(۱۷) پانی میں حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی :- اگر ٹھوس پانی میں حل پذیر ہو تو اس کی کثافت اضافی کسی ایسے مائع کی اضافت سے دریافت کرو جس میں وہ حل پذیر نہ ہو۔ پھر اس مائع کی کثافت اضافی پانی کے لحاظ سے دریافت کرو۔ دونوں اضافی کثافتوں کا حاصل ضرب مطلوبہ کثافت اضافی ٹھوس کی ہوگی۔

کیونکہ پانی کے لحاظ سے ٹھوس کی کثافت اضافی = ٹھوس کی کثافت / پانی کی کثافت

= ٹھوس کی کثافت / مائع کی کثافت × مائع کی کثافت / پانی کی کثافت

پس ٹھوس کو پہلے ہوا میں تول لو۔ فرض کرو کہ اس کا وزن و۱ گرام ہے۔ پھر مائع میں تول لو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۲ گرام ہے۔ پھر ایک لنگر لے کر پہلے اس کو ہوا میں تولو۔ فرض کرو کہ اس کا وزن و۳ گرام ہے۔ پھر مائع میں تولو۔ فرض کرو کہ وزن و۴ گرام ہے۔ پھر پانی میں تولو اور فرض کرو کہ یہ وزن و۵ گرام ہے۔ تو

ٹھوس کی کثافت اضافی مطلوبہ = و۱ / (و۱ - و۲) × (و۳ - و۴) / (و۳ - و۵)

بدل :- موم لپیٹ کر :- بجائے دوسرا مائع لینے کے ہم یہ بھی کر سکتے ہیں کہ معلوم کثافت اضافی کے موم کو ٹھوس پر لپیٹ کر پانی میں وزن کریں۔ اس سے ہم کو آمیزے کا حجم معلوم ہو جائے گا۔ موم کی کثافت اضافی اور اس کے وزن سے ہم موم کا حجم دریافت کر سکتے ہیں۔ پھر آمیزے کے حجم میں اسے خارج کر دیں تو ہم کو حل پذیر ٹھوس کا حجم معلوم ہو جائے گا۔ اس سے پھر کثافت دریافت ہو جائے گی۔ پس اس کے لئے حسب ذیل مشاہدات لئے جائیں گے :-

حل پذیر ٹھوس کا وزن ہوا میں = و۱ گرام

موم + 〃 〃 〃 〃 〃 〃 = و۲ 〃

〃 + 〃 〃 〃 〃 پانی 〃 = و۳ 〃

〃 کی کثافت اضافی = ث

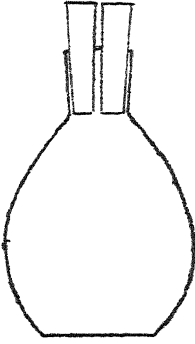
تو موم + ٹھوس کا نقصان وزن پانی میں = و۲ - و۳ گرام

∴ آمیزے کا حجم = و۲ - و۳ مکعب سمر

موم کا وزن = و۲ - و۱ گرام

∴ 〃 〃 حجم = (و۲ - و۱) / ث مکعب سمر

∴ حل پذیر ٹھوس کا حجم = آمیزے کا حجم - موم کا حجم = (و۲ - و۳) - (و۲ - و۱) / ث

∴ حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی = و۱ / (و۲ - و۳ - (و۲ - و۱) / ث)

شکل ۱۵۷

کثافت اضافی کی بوتل | شکل ۱۵۷ میں کثافت اضافی کی بوتل دکھلائی گئی ہے۔ اس میں خاص بات صرف یہ ہے کہ اس کی گردن اور اس کے ڈاٹ کے پہلو اس طرح گھس دیے جاتے ہیں کہ ڈاٹ ٹھیک ٹھیک گردن میں بیٹھ جاتی ہے۔ اس ڈاٹ کے بیچ میں ایک لمبا سوراخ بھی ہوتا ہے تاکہ جب بھری بوتل پر ڈاٹ بٹھائی جائے تو زائد پانی اور ہوا اس سوراخ کے ذریعہ خارج ہو جائے۔ یہ بوتل ہر حجم کی بنائی جا سکتی ہے لیکن بالعموم ۵۰ مکعب سم گنجائش کی ہوتی ہے۔ ذیل میں بوتل کے تجربے درج کئے جاتے ہیں:۔

(i) **دانہ دار ٹھوس کی کثافت اضافی**:۔ ٹھوس کو دانہ دانہ کرکے لینا پڑتا ہے تاکہ وہ بوتل کی گردن میں سے جا سکیں۔

بوتل کو پانی سے بھر لو اور اس کو وزن کر لو (و۱ گرام) پھر اس پلڑے پر ٹھوس بھی رکھدو اور پھر وزن کر لو (و۲ گرام) اس کے بعد بوتل کو خالی کرکے ٹھوس اس میں ڈالو اور باقی حصے میں پانی بھر کر پھر وزن کر لو (و۳ گرام) تو

ٹھوس کا وزن ہوا میں = و۲ - و۱ گرام۔

ٹھوس کا حجم = ہٹے ہوئے پانی کا حجم = ہٹے ہوئے پانی کا وزن گراموں میں = و۲ - و۳ مکعب سم

∴ ٹھوس کی کثافت اضافی = (و۲ - و۱) / (و۲ - و۳)

(ii) **مائع کی کثافت اضافی**:۔ پہلے بوتل کو صاف اور خشک کرکے وزن کر لو (و۱ گرام) پھر بوتل میں پانی بھر کر وزن کر لو (و۲ گرام) پھر بوتل کو خشک کرکے مائع بھر دو اور وزن کر لو (و۳ گرام)

تو پانی کا وزن = و۲ - و۱ گرام

اور مساوی الحجم مائع ـــ = و۳ - و۱ "

∴ مائع کی کثافت اضافی = (و۳ - و۱) / (و۲ - و۱)

(iii) **پانی میں حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی**:۔ اس کے لئے پہلے ٹھوس کی کثافت اضافی اوپر کے پہلے تجربہ کی رو سے ایسے مائع کی اضافت سے دریافت کرو جس میں وہ حل پذیر نہیں ہے۔ پھر دوسرے تجربہ کی رو سے مائع کی کثافت اضافی دریافت کر لو۔ دونوں کا حاصل ضرب حل پذیر ٹھوس کی مطلوبہ کثافت اضافی ہوگی۔ چنانچہ اس کے لئے ذیل کے مشاہدات لئے جائیں گے۔

خالی بوتل کا وزن = و۱ گرام

بوتل + مائع ،، ،، = و۲ گرام

بوتل + مائع + ٹھوس باہر پلڑے پر ،، ،، = و۳ ،،

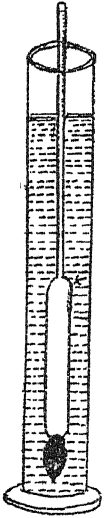
بوتل + مائع + ٹھوس بوتل کے اندر ،، ،، = و۴ ،،

بوتل + پانی کا وزن = و۵ ،،

تو مائع کے لحاظ سے ٹھوس کی کثافت اضافی = (و۳ - و۲) / (و۳ - و۴)

اور مائع کی کثافت اضافی = (و۲ - و۱) / (و۵ - و۱)

∴ پانی کے لحاظ سے ٹھوس کی کثافت اضافی = (و۳ - و۲) / (و۳ - و۴) × (و۲ - و۱) / (و۵ - و۱)

مائع پیما | اس آلے کی بنیاد بھی اصول ارشمیدس پر ہے۔ یہ آلہ مائعوں کی اضافی کثافتوں کی تخمین کے لئے بکثرت مستعمل ہے۔ یہ آلہ بالعموم جوفہ دار یا اسطوانہ نما نلی پر مشتمل ہوتا ہے (شکل ۱۵۸) اس نلی میں ایک درجہ دار ساق لگی رہتی ہے۔ اس نلی کے نیچے ایک جوفہ ہے جس میں پارا یا سیسہ بھرا ہوتا ہے تاکہ مائع پیما ایک نشان تک کسی مائع میں ڈوب جائے۔ جس گہرائی تک مائع پیما ڈوبتا ہے اس کا انحصار مائع کی کثافت پر ہوتا ہے۔ مائع پیما اسی حد تک ڈوبتا ہے جس حد پر مائع کی تعویم قوت جاذبہ پر غالب آجاتی ہے۔ چونکہ مائع پیما کا وزن ایک ہی رہتا ہے اس لئے بھاری مائعوں کے مقابلے میں مائع پیما ہلکے مائعوں میں زیادہ ڈوبے گا۔ اسی وجہ سے پیمانہ اوپر سے نیچے کی جانب ہے۔ ایسے مائع پیما متغیر اغراق والے مائع پیما کہلاتے ہیں۔

کسی مائع کی کثافت اضافی معلوم کرنے کے لئے مائع کو ایک اسطوانی (شکل ۱۵۸) میں لیا جاتا ہے جو بالعموم مائع پیما کے ساتھ ہوتی ہے۔ مائع میں پھر مائع پیما ڈال دیا جاتا ہے۔ جب مائع پیما ساکن ہو کر تیرتا رہتا ہے تو مائع کی بلندی ساق پر پڑھ لی جاتی ہے۔

شکل ۱۵۸

وہی مائع کی کثافت اضافی ہوتی ہے۔ دستور یہ ہے کہ پانی کی کثافت ۱۰۰۰ مانی جاتی ہے۔ اس سے پیمانہ پر کسروں کے درج کرنے کی ضرورت باقی نہیں رہتی۔

ایسے ہی مائع پیما موٹر کاروں کی بیٹریوں میں ترشے کی کثافت اضافی بتلانے کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں۔

کبھی کبھی کسی محلول میں شکر کی مقدار معلوم کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں مائع پیما کا پیمانہ

راست شکر کی مقدار بتلاتا ہے۔ (شکل ۱۵۹) ان نشانوں کو حاصل کرنے کے لئے معلوم طاقت کے محلولوں میں تیرا کر مائع پیما کی تعییر کر لی جاتی ہے جو مائع پیما شکر کی تخمین کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں اُن کو شکر پیما کہتے ہیں۔

یہ مائع پیما ایک دوسرے طریقے سے بھی استعمال کیا جاتا ہے یعنی دودھ کی جانچ کے لئے۔ ایسے مائع پیما کو پھر شیر پیما کہتے ہیں۔ اس کی شکل ویسی ہی ہوتی ہے جیسی کہ شکل ۱۵۸ میں دکھلائی گئی ہے اور اس کا طریقہ استعمال بھی ویسا ہی ہے۔ صرف پیمانے کی درجہ بندی میں فرق ہوتا ہے۔

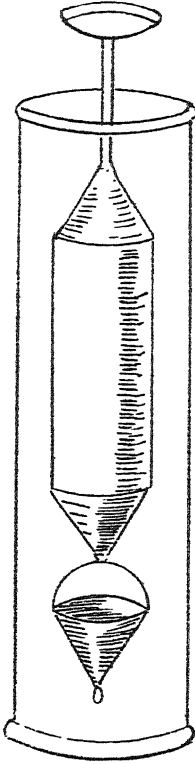
اس درجہ بندی کے لئے شیر پیما کو پہلے خالص دودھ میں ڈالتے ہیں جس کی اوسط کثافت اضافی ۱۰۳۲ء۱ ہے۔ جس نشان تک مائع پیما ڈوبتا ہے اس کو ایک کاغذ پر بنا لیتے ہیں جو ساق میں لگا رہتا ہے۔ یہ نشان صفر ہوتا ہے۔ پھر اس کے بعد ۹/۱۰ دودھ اور ۱/۱۰ پانی کے آمیزے میں ڈال کر اس کا نشان بھی بنا لیتے ہیں۔ پھر ۸/۱۰ دودھ اور ۲/۱۰ پانی یہاں تک کہ ۵/۱۰ دودھ اور ۵/۱۰ پانی کے آمیزوں میں ڈال کر مختلف نشانات حاصل کر لیتے ہیں۔ ان نشانوں سے ایک پیمانہ حاصل ہوتا ہے۔ اب جو کسی دودھ کی آزمائش مقصود ہوتی ہے اس میں آلے کو ڈال کر معلوم کر لیتے ہیں کہ دودھ خالص ہے یا پانی ملا ہے۔

شکل ۱۵۹

دودھ میں البومن، شکر اور مختلف نمک ملے ہوتے ہیں اس لئے وہ پانی سے بھاری ہوتا ہے، لیکن اس کو ہلکا کرنے والی چیز مکھن ہے جو پانی سے ہلکا ہوتا ہے۔ اس لئے اگر مکھن نکال لیا جائے تو دودھ کی کثافت اضافی بڑھ جائے گی۔ بنابریں شیر پیما سے کوئی بھروسے کے قابل آزمائش نہیں ہوتی۔ ویسے بھی خالص دودھ کی کثافت اضافی بھی متغیر ہوتی ہے۔ چنانچہ گائے کے دودھ کی کثافت اضافی ۱۰۲۷ء۱ اور ۱۰۳۵ء۱ کے درمیان ہوتی ہے۔ اس لئے ہو سکتا ہے کہ جس دودھ کو شیر پیما ملا ہوا بتلاتا ہے وہ دراصل ناقص ہی ہو۔

نکلسنی مائع پیما | یہ مائع پیما اوپر کے مائع پیما کے خلاف ایک نشان خاص تک ڈوبتا ہے۔ پس ایسا مائع پیما مستقل اغراق والا پیما کہلاتا ہے۔

اس مائع پیما سے ہم مائع اور ٹھوس دونوں کی کثافتیں دریافت کر سکتے ہیں۔ اگر ٹھوس قلیل مقدار میں ہو تو اس کے لئے یہ آلہ بہت موزوں ہے۔

یہ آلہ ایک دھاتی اسطوانہ پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس کے ایک سرے پر ایک وزن دار مخروطہ ہوتا ہے۔

اور دوسرے سرے پر ایک ساق لگی رہتی ہے جو ایک قرص پر
ختم ہوتی ہے (شکل ۱۶۰) ساق پر ایک خاص نشان بنا رہتا ہے
اس آلے کے ساتھ ایک اسطوانی استعمال ہوتی ہے جس میں پانی
یا مائع بھرا جاتا ہے اور اسی میں آلہ تیرتا ہے۔

یہ آلہ پیتل کا بنایا جاتا ہے اور اس پر نکل کی قلعی کردی جاتی
ہے تاکہ ہوا کے بلبلے اس کی سطح سے چمٹے نہ رہیں۔

شکل ۱۶۰

تجربے:- (۱) پانی سے بھاری ٹھوس کی کثافت اضافی:-

پہلے اسطوانی میں پانی بھرلو۔ پھر مائع پیما کو اس میں تیراؤ۔ اسطوانی کے
منہ پر وفتی کی ایک قرص لگا دیتے ہیں تاکہ جو باٹ استعمال میں آئیں
وہ پانی میں نہ گر جائیں۔ مائع پیما کے گزر کے لئے قرص کے مرکز پر ایک
سوراخ ہوتا ہے اور ایک نصف قطر پر ایک شگاف کٹا ہوتا ہے۔

اوپر کے قرص پر باٹ رکھو تا آنکہ مائع پیما نشان خاص تک ڈوب
جائے۔ اس نشان کو پانی کی سطح کی سیدھ میں ہونا چاہئے۔ بعض وقت
اس کو دیکھنے میں دقت ہوتی ہے۔ اس لئے بعض آلوں کی ساق میں
علی القوائم خمیدہ ایک سوئی لگا دیتے ہیں تاکہ اس کی نوک پانی کی سطح
پر ہو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۱ ہے۔ اب وہ باٹ ہٹاکر شے زیر تجربہ رکھو اور مزید باٹ ملاکر پھر مائع پیما کو
نشان خاص تک ڈباؤ۔ فرض کرو کہ اب وزن و۲ ہے اس کے بعد شے کو نیچے والے مخروط میں رکھو اور اوپر
کی قرص پر باٹ رکھکر پھر اسی نشان تک ڈبالو فرض کرو کہ یہ وزن و۳ ہے۔

نظریہ:- فرض کرو کہ شے کا وزن = و گرام اور مائع پیما کا وزن = وَ گرام

تو وَ + و۱ = نشان خاص تک مائع پیما کے حجم کے مساوی پانی کے حجم کا وزن

اور وَ + و + و۲ = 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃

∴ وَ + و۱ = وَ + و + و۲   ∴ و = و۱ - و۲

فرض کرو کہ وً = شے کا وزن پانی میں

تو وَ + وً + و۳ = نشان خاص تک مائع پیما کے حجم کے مساوی پانی کے حجم کا وزن

∴ وَ + و۱ = وَ + وً + و۳   ∴ وً = و۱ - و۳

∴ شے کا نقصان وزن = و۱ - و۲ - و۱ + و۳ = و۳ - و۲

∴ شے کی کثافت اضافی = ث = (و۱ - و۲) / (و۳ - و۲)

(ii) <u>پانی سے ہلکے ٹھوس کی کثافت اضافی</u>:- حسب سابق مائع پیما کو تیرا کر وزن و۱ اور و۲ حاصل کرو۔ پھر چونکہ شے پانی سے ہلکی ہے اس لئے نیچے کے مخروط میں اس کو تھوڑے سے تاگے سے باندھ دو اور پھر حسب سابق وزن و۳ حاصل کرو، تو اوپر کے نظریہ کے بموجب

شے کی کثافت اضافی = ث = (و۱ - و۲) / (و۳ - و۲)

(iii) <u>مائع کی کثافت اضافی</u>:- اس کے لئے خود مائع پیما کے وزن جاننے کی ضرورت ہے۔ فرض کرو کہ مائع پیما کا وزن و گرام ہے۔ پھر مائع پیما کو پانی میں تیرا کر نشان معین تک ڈبونے کے لئے وزن و۱ معلوم کرو۔ اسی طرح مائع میں تیرا کر بھی وزن و۲ معلوم کرو۔

چونکہ مائع پیما تیر رہا ہے اس لئے ہٹے ہوئے پانی کا وزن = و + و۱ گرام

اور 〃 〃 مائع 〃 〃 = و + و۲ گرام

∴ مائع کی کثافت اضافی = ث = (و + و۲) / (و + و۱)

(iv) <u>پانی میں حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی</u>:- پہلے حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی تجربہ (i) کی طرح ایسے مائع کی اضافت سے دریافت کرو جس میں وہ حل پذیر نہیں ہے۔ پھر مائع کی کثافت اضافی کے لئے تجربہ (iii) انجام دو۔ دونوں نتیجوں کے حاصل ضرب سے حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی معلوم ہو جائے گی۔ اس کے لئے مشاہدات حسب ذیل ہوں گے:-

مائع میں نشان خاص تک ڈبونے کے لئے مائع پیما کی قرص پر وزن = و۱ گرام

〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃

جبکہ ٹھوس قرص پر ہو = و۲ 〃

〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 مائع پیما کی قرص پر وزن جبکہ

ٹھوس نیچے کے مخروط پر ہو = و۳ 〃

پانی 〃 〃 〃 〃 〃 〃 〃 مائع پیما کی قرص پر وزن = و۴ 〃

مائع پیما کا وزن = و۵ 〃

تو مائع کے لحاظ سے حل پذیر ٹھوس شے کی کثافت اضافی = (و۱ - و۲) / (و۳ - و۲)

اور مائع کی کثافت اضافی = (و۵ + و۱) / (و۵ + و۴)

∴ پانی کے لحاظ سے حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی مطلوبہ $= \frac{و_1 - و_2}{و_3 - و_2} \times \frac{ق + و_1}{\frac{ق}{ث} + و_4}$

<u>بدل</u> :- مائع اگر پانی سے ہلکا ہو تو پھر مائع پیما اس میں تیرتے وقت اکثر ٹیڑھا ہو جاتا ہے۔ اس سے بچنے کے لئے ہم موم لپیٹ کر حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی دریافت کر سکتے ہیں۔ اس کے لئے مشاہدات حسب ذیل ہوں گے :-

پانی میں نشان خاص تک ڈبونے کے لئے مائع پیما کی قرص پر وزن $= و_1$ گرام

" " " " " " " " " " جبکہ

ٹھوس قرص پر ہو $= و_2$ گرام

" " " " " " " " " مائع پیما کی قرص پر وزن جبکہ

ٹھوس مع موم قرص پر ہو $= و_3$ "

" " " " " " " " " مائع پیما کی قرص پر وزن جبکہ

ٹھوس مع موم مخروط پر ہو $= و_4$ "

موم کی کثافت اضافی $=$ ثہ

تو ٹھوس کا وزن ہوا میں $= و_1 - و_2$ گرام

اور ٹھوس + موم کا حجم = ٹھوس + موم کا نقصان وزن پانی میں $= و_4 - و_3$ مکعب سم

موم کا وزن $= و_2 - و_3$ گرام

∴ " " حجم $= \frac{و_2 - و_3}{ثہ}$ مکعب سم

∴ ٹھوس کا حجم $= و_4 - و_3 - \frac{و_2 - و_3}{ثہ}$ مکعب سم

∴ حل پذیر ٹھوس کی کثافت اضافی $=$ ث $= \frac{و_1 - و_2}{و_4 - و_3 - \frac{و_2 - و_3}{ثہ}}$

<u>تعلیق</u> :- اوپر ہم ذکر کر چکے ہیں کہ پانی سے ہلکے مائعوں میں اکثر مائع پیما ٹیڑھا ہو جاتا ہے۔ اس کو دور کرنے کی ترکیب یہ ہے کہ پیتل کا ایک ٹکڑا یا تھوڑے سے چھرے نیچے کے مخروط میں ڈال دیئے جائیں۔ ایسی صورت میں پھر تصحیح حسب ذیل ہوگی :-

فرض کرو کہ پیتل کا وزن $=$ ق اور پیتل کی کثافت اضافی $=$ ثہ

تو تجربہ (iii) کی ارقام میں ہٹے ہوئے مائع کا وزن $= و + و_1 + ق$

اور " " " " " حجم $= و + و_2 + \frac{ق}{ثہ}$

∴ مائع کی کثافت اضافی مطلوبہ $= \frac{و + و_1 + ق}{و + و_2 + \frac{ق}{ثہ}}$

<u>لانمانلی کا طریقہ</u> یہ طریقہ مائعوں کی کثافت اضافی کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ مائع ایسے

لئے جاتے ہیں جو ایک دوسرے سے نہیں ملتے۔ ہم اٹھارھویں باب میں سیالی دباؤ کے اطلاقی مسائل کے تحت اس کا نظریہ بیان کر چکے ہیں۔

یہ نلی حسب شکل ۱۶۱ ایک ایستادہ میں لگی ہوتی ہے جس پر کاغذی پیمانے لگے ہوتے ہیں۔ لانما نلی میں پہلے پارہ ڈالا جاتا ہے۔ پھر ایک بازو میں وہ مائع ڈالا جاتا ہے جس کی کثافت اضافی مطلوب ہوتی ہے۔ اب دوسرے بازو میں اتنا پانی ڈالا جاتا ہے کہ نلی کے دونوں بازوؤں میں پارہ کی سطح ایک ہی بلندی پر رہے۔ ایسی صورت میں نظریہ کے بموجب

شکل ۱۶۱

$\frac{ث_۱}{ث_۲} = \frac{ح_۲}{ح_۱}$ جہاں ث۱ = مائع کی کثافت

ث۲ = پانی " "

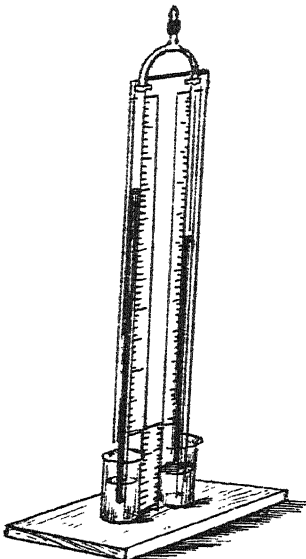
ح۱ = مائع کی بلندی

ح۲ = پانی کی بلندی

∴ مائع کی کثافت اضافی = ث = $\frac{ح_۲}{ح_۱}$

ہیر کا آلہ | یہ آلہ بھی مائعوں کی کثافت اضافی کی تخمین کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس میں ایسے مائع استعمال کئے جاتے ہیں جو ایک دوسرے سے آمیز ہوتے ہوں۔ اس کا نظریہ بھی اٹھارھویں باب میں گذر چکا ہے۔

یہ آلہ گویا الٹی لانما نلی ہے۔ یہ بھی ایک ایستادہ پر نصب ہوتا ہے۔ نلی کے دونوں بازوؤں کے سرے ایک ایک منقارے میں ڈوبتے ہیں جن میں مائع زیر تجربہ بھرے ہوتے ہیں۔ پس اگر ان میں سے ایک میں پانی لے لیا جائے تو دوسرے مائع کی کثافت اضافی معلوم ہو جاتی ہے۔

پس تجربہ کے لئے منقاروں میں سے ایک میں پانی بھر دیتے ہیں اور دوسرے میں مائع۔ پھر نلی کے اوپر جو ایک چھوٹی سی نلکی لگی ہوتی ہے اس میں ایک ربڑ کی نلی اور چٹکی بھی لگی ہوتی ہے۔ چٹکی کھول کر ربڑ کی نلی سے ہوا کھینچنے پر نلی دونوں بازوؤں میں پانی اور مائع مختلف بلندیوں تک چڑھ آتے ہیں۔ چٹکی بلند کر دی جائے تو دونوں مائع اپنی اپنی بلندی پر قائم رہتے ہیں۔ ہر منقارہ

شکل ۱۶۲

کے مائع کی سطح سے ان بلندیوں کو پیمائش کر لیا جائے تو دونوں کی نسبت سے کثافت اضافی معلوم ہو جاتی ہے۔ یعنی

$$ث = \frac{ث_۱}{ث_۲} = \frac{د_۲}{د_۱}$$ جہاں ث = مائع کی کثافت اضافی

$ث_۱$ = " " "

$ث_۲$ = پانی " "

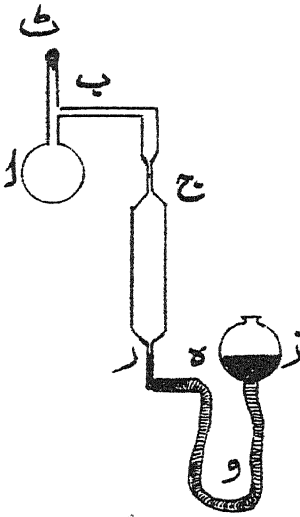
$د_۱$ = مائع " بلندی

$د_۲$ = پانی " "

مختلف بلندیاں لینے سے ہر نسبت سے کثافت اضافی کی قیمت حاصل ہوتی ہے۔ ان کا اوسط لینے سے کثافت اضافی مطلوبہ حاصل ہوگی۔

متفرق آلے اور پیمائشیں (۱) حجم پیما:۔ یہ آلہ اس وقت استعمال کیا جاتا ہے جبکہ مذکورہ بالا طریقے ناکام رہیں۔ مثلاً ایسے سفوف کی کثافت یا اس کا حجم معلوم کرنا ہو جس کو نہ پانی میں ڈبا سکتے ہیں اور نہ کسی اور مائع میں۔

شکل

یہ آلہ حسب شکل ۱۶۳ شیشے کی ایک صراحی ا پر مشتمل ہوتا ہے، جو نلی ب ج کے ذریعہ ایک وسیع تر نلی ج د سے ملا ہے۔ نلی ج د میں ربڑ کی ایک نلی لگی ہے۔ جس کے دوسرے سرے پر شیشے کا ایک ظرف ز ہے۔ ج اور د پر دو نشان ڈالے جاتے ہیں۔ ان دونوں کے درمیان حجم معلوم ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ حجم ح۱ ہے۔

صراحی ا میں ایک ڈاٹ ط ہے جو ہوا بند ہے۔

حجم معلوم کرنے کے لئے شے زیر تجربہ کو صراحی ا میں رکھتے ہیں۔ پھر ز میں پارہ بھرتے ہیں۔ یہاں تک کہ وہ د تک پہنچ جاتا ہے۔ ڈاٹ لگا دی جاتی ہے۔ پھر ز کو اٹھاتے ہیں۔ تا آنکہ پارا ج تک پہنچ جائے۔ ز اور ج کی بلندیوں کا فرق دیکھ لیا جاتا ہے۔ اس سے وہ دباؤ حاصل ہوتا ہے جو صراحی کی ہوا پر عمل کرتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ دباؤ د ہے۔

فرض کرو کہ شے کا حجم مطلوبہ = ح

اور صراحی اور ج تک نلی کا حجم $= ح_2$ اور ہوائی دباؤ $= د$

پس ابتدا میں آلے میں جو ہوا تھی اس کا حجم $= ح_2 - ح + ح_1$، اس پر دباؤ $= د$

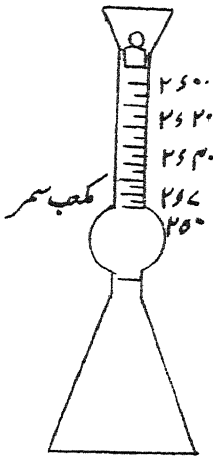
اور آخر " " " " " " $= ح_2 - ح$ اس پر دباؤ $= د + د_1$

∴ کلیہ بائل سے (دیکھو باب آئندہ)

$$(ح_2 - ح)(د + د_1) = (ح_2 - ح + ح_1)\,د$$

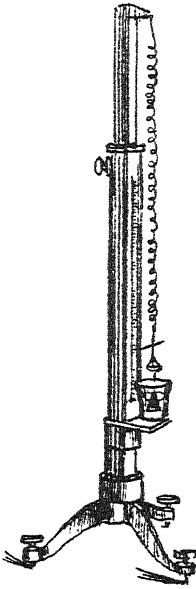
$$ح = ح_2 - د\,\frac{ح_1}{د_1}$$

جب حجم معلوم ہو گیا تو پھر وزن معلوم کر کے کثافت بھی دریافت کی جا سکتی ہے۔

(ii) ہوگل اور ریس کی کثافت اضافی کی بوتل :- ہوگل اور ریس نے حال ہی میں یہ بوتل ایجاد کی ہے تاکہ سفوف کی کثافت اضافی جلد تر دریافت کی جا سکے۔ بوتل کو شکل ۱۶۴ میں دکھلایا گیا ہے۔ اس بوتل کا زیریں حصہ مخروطی شکل کا ہے۔ اس کا حجم ۲۵۰ مکعب سمر ہوتا ہے۔ بوتل پر اس حجم کو بتلانے کے لئے ایک نشان بنا ہوتا ہے۔ اس مخروط پر ایک چھوٹا سا جوف ہے جس میں ایک ساق لگی ہے۔ ساق کے دوسرے سرے کی شکل قیف کی سی ہوتی ہے۔ اس میں شیشہ کی ایک ڈاٹ ٹھیک بٹھائی جاتی ہے۔

شکل ۱۶۴

تجربے کے لئے مائع کو مخروطی حصے میں ۲۵۰ مکعب سمر کے نشان تک ڈالتے ہیں۔ پھر ۱۰۰ گرام خشک سفوف کے ملا دیتے ہیں۔ اور ہوا کے بلبلوں کو دور کرنے کے لئے بوتل کو تھوڑا سا ہلاتے ہیں۔ پھر دو منٹ تک ہر شے کو اپنی اپنی جگہ بیٹھنے دیتے ہیں۔ ساق پر درجہ بندی اس طرح پر ہوتی ہے کہ مائع کی بلندی سے ٹھوس کی کثافت اضافی راست معلوم ہو جاتی ہے۔

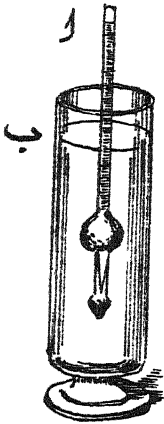
مائع جو استعمال کیا جاتا ہے وہ بالعموم زائی لول ہوتا ہے۔ لیکن اگر سفوف زائی لول میں حل پذیر ہو تو پھر کلوروفارم، روغن گل یا روغن تارپین وغیرہ استعمال کر سکتے ہیں۔

(iii) جالی کی ترازو :- یہ ترازو شکل ۱۶۵ میں دکھلائی گئی ہے۔ یہ ایک لمبی مرغولہ دار کمانی پر مشتمل ہے۔ جس میں دو ہلکے پلڑے تلے اوپر لگے ہوتے ہیں۔ کمانی کے پیچھے ایستادہ پر ایک آئینہ انتصاباً لگا ہوتا ہے۔ جس پر ایک پیمانہ کندہ ہوتا ہے۔ مرغولہ کے آزاد سرے پر ایک سفید دانہ لگا دیا جاتا ہے۔ اس دانہ کے

شکل ۱۶۵

مقابلے میں پیمانہ پر نشان آسانی سے اور صحت کے ساتھ پڑھا جا سکتا ہے۔ اس کے لئے دانہ اور اس کے خیال کو ایک سیدھ میں دیکھنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

تجربے کے لئے نیچے والے پلڑے کو ہمیشہ پانی میں ڈوبا رکھتے ہیں۔ اب اوپر کے پلڑے میں مناسب وزن رکھتے ہیں تاکہ دانہ کسی معین نشان کے سامنے آجائے۔ شے زیر پیمائش کو اوپر کے پلڑے میں رکھتے ہیں اور وزن کم کرتے جاتے ہیں یہاں تک کہ دانہ پھر اُسی نشان پر آجائے۔ اس سے شے کا وزن حاصل ہوتا ہے۔ اب شے کو نیچے کے پلڑے میں رکھو۔ اب دانہ اوپر اُٹھ جائے گا اوپر کے پلڑے میں وزن رکھنے سے دانہ پھر اپنے نشان کے مقابل آجائے گا۔ اس وزن سے قوت تعویم معلوم ہو جائے گی۔ پس وزن کو اس قوت تعویم سے تقسیم کیا جائے تو شے کی کثافت اضافی حاصل ہوگی۔

اوپر کے عمل سے واضح ہے کہ اس ترازو کا اصول مائع پیما سے ملتا جلتا ہے۔

(۱۷۱) بومے کا مائع پیما :- مائع پیماؤں میں سب میں پہلے یہی مائع پیما بنایا گیا تھا۔ یہ شیشے کی ایک نلی اب پر مشتمل ہوتا ہے۔ (شکل ۱۶۶) جس کے سرے پر ایک جوفہ ہوتا ہے۔ اسی جوفہ سے نلی کا ایک حصہ اور ملا ہوتا ہے جس میں نلی کو بھاری کرنے کے لئے پارا ڈال دیتے ہیں۔ ساق مجوف ہوتی ہے اور اس پر ایک پیمانہ ہوتا ہے۔

آلے کی درجہ بندی مائع کے ہلکے یا بھاری ہونے کے لحاظ سے مختلف ہوتی ہے۔ اگر مائع پانی سے بھاری ہے تو آلہ اس طرح بنایا جاتا ہے کہ وہ پانی میں تقریباً ا تک ڈوب جائے۔ اس نشان کو صفر مانتے ہیں۔ پھر وزن کے حساب سے ۸۵ حصہ پانی میں ۱۵ حصہ نمک ڈال کر محلول بناتے ہیں اور مائع پیما کو اس میں ڈال دیتے ہیں۔ وہ ساق کے کسی نشان ب تک ڈوب جاتا ہے۔ پس ا اور ب کے درمیانی حصے کو ۱۵ حصوں میں تقسیم کر لیتے ہیں اور یہی حصے ب کے نیچے بھی بنا دیئے جاتے ہیں۔ بعض اوقات درجہ بندی کاغذ پر ہوتی ہے جو نلی کے جوف میں ہوتا ہے ایسا مائع پیما ترشے اور نمکدار محلولوں جیسے بھاری مائعوں ہی کے لئے مناسب

شکل ۱۶۶

ہو سکتا ہے۔

اگر مائع پانی سے ہلکے ہوں تو ذرا دوسری ترکیب استعمال کرنا پڑتی ہے۔ اس کے لئے بومے نے ۹۰ حصہ پانی میں ۱۰ حصہ نمک ڈال کر محلول بنایا اور اس میں آلے کو ڈال دیا۔ جس نشان تک آلہ ڈوب گیا اس کو بومے نے صفر مانا اور نشان ۱۰ کے لئے اس نے کشید کردہ پانی استعمال کیا۔ درمیانی فصل کو اس نے دس مساوی حصوں میں تقسیم کیا اور پیمانے کے سرے تک یہی نشانات بنادئے۔

ایسے مائع پیماؤں کی درجہ بندی کسی اصول کی پابند نہیں اسی لئے ان سے صحت زیادہ نہیں حاصل ہوتی۔ البتہ آمیزوں یا معین تناسبوں میں محلولوں کے بنانے میں یہ بہت کام دیتے ہیں۔ مثلاً کوئی شربت تیار کیا گیا اور اس نے اس مائع پر ۲۵° کا نشان بتلایا۔ تو اب شربت بنانے والے کو ہر وقت بسہولت معلوم ہو سکتا ہے کہ شربت میں صحیح ارتکاز آیا یا نہیں۔

(۷) الکوہل پیما :- الکوہل پیمائی سے مراد شرابوں کی طاقت کی تخمین ہے۔ کیمیا گروں کے زمانے میں جو طریقے استعمال کئے جاتے تھے وہ زیادہ قابل اعتبار نہ ہوتے تھے۔ مثلاً ایک کپڑا لیا اور اس کو شراب میں بھگو کر آگ لگادی۔ اگر اس نے آگ پکڑلی تو معلوم ہوا کہ شراب تیز ہے۔ بعض اوقات تیل شراب پر ڈالتے تھے۔ طاقتور شراب تیل کی سطح پر تیرتی تھی۔ بعد میں بارود کو نم کرنے کے لئے شراب کا استعمال ہونے لگا۔ اگر وہ جلد آگ پکڑ لیتی تھی تو شراب تیز سمجھی جاتی تھی۔ شعلہ اگر ٹھیک سے جلتا تھا تو شراب اچھی صحیح اور خوبی دار سمجھی جاتی تھی۔ ایسی شراب کو عیار کہتے تھے۔ ۱۶۶۶ء میں فرانسیسی برانڈی کی درآمد پر کروڑ گیری والوں اور تاجروں کے درمیان ایک تنازعہ پیدا ہو گیا۔ کروڑ گیری کے عہدے دار اس کے ذائقہ کی بنیاد پر محصول زیادہ لینا چاہتے تھے اور تاجر اتنا محصول دینا نہیں چاہتے تھے۔ لیکن ۱۷۰۷ء میں یہی محصول قانونی ہو گیا۔ تاجروں نے اس سے بچنا چاہا اس لئے ایسے طریقوں کی تلاش ہوئی جن میں دھوکا نہ ہو سکے۔ چنانچہ بائل نے سب سے پہلے الکوہل پیمائی کے لئے مائع پیما استعمال کئے۔ بعد میں اس میں اصلاحیں ہوتی رہیں تاآنکہ یہی طریقہ معیاری بن گیا۔

اس مقصد کے لئے سائک کا مائع پیما اکثر استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک مطلا برنجی جوفے پر مشتمل ہوتا ہے جس کا قطر ۱۰۵ ہوتا ہے۔ اس کے نیچے ایک پاسنگ لگا ہوتا ہے۔ اس کی ساق ایک مستطیل پٹی ہوتی ہے جس پر درجہ بندی ہوتی ہے۔ اس مائع پیما کے ساتھ مناسب جدولیں بھی ہوتی ہیں۔ تاآنکہ شراب کی طاقت اس کے معیار کے مطابق معلوم کی جاسکے۔

مشقی سوالات ۱۴٫۱

۱۔ ایلومینیم سلفیٹ کے ایک قلم کا وزن ۱۶٫۲۲ گرام ہے۔ ٫۷ کی کثافت اضافی والے پٹرول میں تولا گیا تو اس کا وزن ۹٫۱۲ گرام نکلا۔ قلم کی کثافت دریافت کرو۔

چونکہ $\frac{\text{شے کا نقصان وزن پٹرول میں}}{\text{شے کا نقصان وزن پانی میں}} = ٫۷$ ∴ شے کا نقصان وزن پانی میں = $\frac{\text{شے کا نقصان وزن پٹرول میں}}{٫۷}$

∴ شے کی کثافت اضافی = $\frac{\text{شے کا وزن}}{\text{شے کا نقصان وزن پانی میں}} = \frac{\text{شے کا وزن}}{\text{شے کا نقصان وزن پٹرول میں}} \times ٫۷$

$= \frac{۱۶٫۲۲}{۱۶٫۲۲ - ۹٫۱۲} \times ٫۷ = \frac{۱۶٫۲۲}{۷٫۱} \times ٫۷ = ۱٫۶$

∴ شے کی کثافت = ۱٫۶ گرام فی مکعب سمر

۲۔ شکر کے ایک ٹکڑے کا وزن ۳۲ گرام ہے۔ اس پر ۳٫۶ گرام موم چڑھا دیا گیا ہے جس کی کثافت اضافی ٫۹ ہے۔ کل کا وزن پانی میں ۱۱٫۶ گرام ہے۔ شکر کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

شکر + موم کا وزن ہوا میں = ۳۲ + ۳٫۶ = ۳۵٫۶ گرام ، اور شکر + موم کا وزن پانی میں = ۱۱٫۶ گرام

∴ شکر + موم کا نقصان وزن پانی میں = ۲۴ گرام ∴ شکر + موم کا حجم = ۲۴ مکعب سمر

اور موم کا حجم = $\frac{۳٫۶}{٫۹}$ = ۴ مکعب سمر ∴ شکر کا حجم = ۲۴ − ۴ = ۲۰ مکعب سمر

∴ شکر کی کثافت اضافی = $\frac{۳۲}{۲۰}$ = ۱٫۶

۳۔ کاپر سلفیٹ کے ایک قلم کا وزن ہوا میں ۹ گرام ہے اور تارپین میں ۵٫۴۸ ہے جس کی کثافت اضافی ٫۸۸ ہے۔ کاپر سلفیٹ کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۴۔ ایک ٹھوس کا وزن ہوا میں ۱۰٫۱ گرام ہے اور پانی میں ۸٫۸ گرام۔ کثافت اضافی معلوم کرو۔

۵۔ ایک ٹھوس کا وزن ہوا میں ۳۰ گرام ہے، پانی میں ۲۶ گرام ہے اور ایک مائع میں ۲۵٫۲ گرام۔ مائع کی کثافت اضافی دریافت کرو۔ ٹھوس کا حجم بھی دریافت کرو۔

۶۔ ارشمیدس کے تجربے میں بادشاہ کے تاج کا وزن معلوم کیا گیا اور وزن میں تاج کے برابر سونا چاندی کو بھی تولا گیا۔ پھر ان ہر سہ کو پانی میں تولا گیا۔ تاج میں $\frac{۱}{۱۴}$ وزن کی کمی ہوئی، سونے میں $\frac{۱}{۱۹}$ کی اور چاندی میں $\frac{۲}{۲۱}$ وزن کی۔ بتلاؤ کہ تاج میں سونے چاندی کا تناسب کیا تھا؟

۷۔ سیسے کی کثافت ۱۱٫۳ گرام فی مکعب سمر ہے۔ ٫۹۶ گرام فی مکعب سمر کی کثافت والے موم کے ۱۰٫۵ مکعب سمر کے ساتھ سیسے کی کتنی کمیت بطور لنگر رکھنی چاہیے کہ جب دونوں کو ۱٫۰۴ گرام فی مکعب سمر کی کثافت والے مائع میں ڈالا جائے تو ظاہری کمیت صفر ہو۔

۸۔ لکڑی کا ایک کندہ ۲۶۵٫۳ × ۴۰٫۸ × ۶۲٫۹ سمر ہے۔ اس کی کثافت ۰٫۶۲ پونڈ فی مکعب فٹ ہے۔ ۱۱٫۳ گرام فی مکعب سمر کی کثافت والے سیسہ کی کتنی کمیت کندے کے ساتھ لگائی جائے کہ وہ پانی میں ٹھیک تیرنے لگے۔

[ا پونڈ = ۴۵۳٫۶ گرام، ا فٹ = ۳۰٫۴۸ سمر]

۹۔ شیشے کی کثافت ۲٫۵۶ گرام فی مکعب سمر ہے۔ اگر کمیت اور طول کی اکائیاں پونڈ اور گز قرار دی جائیں تو کثافت کیا ہوگی۔ [ا پونڈ = ۴۵۳٫۶ گرام، ا انچ = ۲٫۵۴۰ سمر]

۱۰۔ ایک نکلسنی مائع پیما میں نشان خاص تک ڈبونے کے لئے ۳۰ گرام درکار ہیں۔ جب ایک ٹھوس اوپر اور نیچے کے پلڑوں میں رکھا گیا تو علی الترتیب ۲۴٫۵ گرام اور ۲۳٫۰۱ گرام درکار ہوئے۔ ٹھوس کی کثافت اضافی اور اس کا حجم دریافت کرو۔

۱۱۔ ایک نکلسنی مائع پیما کا وزن ۳۵٫۶ گرام ہے۔ پانی میں اس کو نشان خاص تک ڈبانے کے لئے ۳۰ گرام درکار ہوتے ہیں اور ایک سیال میں ۵۷٫۳۵ گرام۔ سیال کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۲۔ کثافت اضافی کی ایک بوتل میں پانی بھر تولا گیا تو وزن ۳۵٫۲ گرام نکلا۔ ۶٫۲ گرام وزن کی چند قلمیں اس میں ڈالی گئیں تو کل کا وزن ۳۷٫۵۵ گرام نکلا۔ قلموں کی کثافت اضافی کیا ہے ؟

۱۳۔ کثافت اضافی کی ایک خالی بوتل کا وزن ۲۲٫۵۲ گرام ہے۔ پانی سے بھری بوتل کا وزن ۷۳٫۵۱ گرام ہے۔ جب مختلف سیالوں سے بوتل کو بھر گیا تو وزن علی الترتیب ۸۱٫۷۸، ۷۱٫۲۳، اور ۵۸٫۶۷ گرام نکلے۔ سیالوں کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۴۔ ایک ٹھوس کا وزن ہوا میں ۵۶٫۲ گرام ہے۔ اس کو ایک لنگر کے ساتھ باندھکر پانی میں تولا گیا تو دونوں کا وزن ۵۵٫۸ گرام نکلا۔ صرف لنگر کا وزن پانی میں ۸٫۸ گرام ہے۔ ٹھوس کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۵۔ ایک بھاری ٹھوس کا وزن ہوا میں ۶۱ گرام ہے اور پانی میں ۴۱ گرام ہے۔ اس کو پیرافن موم کے ایک ٹکڑے سے باندھکر وزن کیا گیا تو ہوا میں وزن ۳۰٫۱۲ گرام اور پانی میں ۲۴٫۳۱ گرام نکلا۔ ہر دو ٹھوسوں کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۶۔ ۱٫۸ کی کثافت اضافی والے آبنوس کے ایک ٹکڑے کا وزن ہوا میں ۱۸ گرام ہے۔ اسی کے تیل میں ۹٫۸ گرام ہے اور گلیسرین میں ۵٫۴ گرام ہے۔ تیل اور گلیسرین کی کثافت اضافی دریافت کرو۔

۱۷۔ دھات کے ایک ٹکڑے میں سونا اور چاندی دونوں ملے ہوئے ہیں۔ لیکن ان کا تناسب معلوم نہیں۔ ٹکڑے کا وزن ہوا میں ۲۰ گرام ہے اور پانی میں ۱۸٫۷ گرام۔ آمیزے میں سونا کتنا ہے ؟

۱۸۔ شیشے کی ڈاٹ کا وزن ہوا میں ۶۶٫۱۰ گرام ہے۔ اگر شیشے کی کثافت ۲٫۶ گرام فی مکعب سمر ہو تو پانی میں اس کا وزن کیا ہوگا ؟

اکیسواں باب

گیسوں کے خواص

گیسوں کی طبیعی خاصیتیں | ہم اس سے پیشتر بیان کر چکے ہیں کہ گیسوں سے مراد وہ اجسام ہیں جن میں ٹھوسوں کی طرح نہ تو کوئی شکل معین ہوتی ہے اور نہ وہ مائع کی طرح ظرفوں کی شکل اختیار کرتے ہیں، بلکہ یہ ایسے اجسام ہیں کہ ان میں زیادہ سے زیادہ تر فضاء کو گھیرنے کا اقتضاء ہوتا ہے۔ گیسوں کی اسی صفت کو اتساع پذیری کہتے ہیں۔

کیمیا نے ہم کو گیسوں کی ایک بڑی تعداد سے روشناس کر دیا ہے جن میں سے سب عنصری نہیں ہیں۔ گیسی عناصر کی تعداد تھوڑی ہے۔ ان میں سے آکسیجن، ہائڈروجن، نائٹروجن، اور کلورین خاص طور پر قابل ذکر ہیں۔ بعض گیسیں رنگدار ہوتی ہیں بعض بے رنگ، بعض کی بو ناگوار ہوتی ہے اور بعض بے بو ہوتی ہیں، بعض سمی ہوتی ہیں جیسے کاربن ڈائی آکسائڈ یا سلفریٹڈ ہائڈروجن اور بعض بے ضرر ہوتی ہیں جیسے ہائڈروجن، نائٹروجن۔ ان میں سمیت تو نہیں ہے لیکن یہ ممد حیات نہیں ہیں۔ یہ صفت تو صرف آکسیجن میں ہے۔ اس گیس سے کسی جاندار کو محروم کر دیا جائے تو وہ فوراً مر جاتا ہے۔

گیس اور مائع دونوں سیال ہیں اس لئے دونوں میں چند خواص مشترک ہیں۔ مثلاً دونوں میں ذرات آسانی کے ساتھ حرکت کر سکتے ہیں کسی میں کم کسی میں زیادہ۔ دونوں تغلیظ پذیر ہیں، گو درجہ میں اختلاف ہے لیکن ساتھ ہی اس کے دیگر امور میں دونوں میں اختلاف ہے مثلاً کثافت میں بہت بڑا فرق ہے۔ پانی جو مائعوں کا نمونہ ہے ہوا سے جو گیسوں کا نمونہ ہے کوئی ۷۷۰ گنا بھاری ہے۔ دوسری وجہ اختلاف یہ ہے کہ جیسا کہ اوپر بیان ہو چکا گیسوں میں غیر معین اتساع کا اقتضا پایا جاتا ہے۔

گیسوں میں جو کشش اتصال ہوتی ہے اس کو دباؤ ڈال کر یا حرارت بڑھا کر ہم اتنا کم کر سکتے ہیں کہ گیس مائع کی شکل اختیار کر لے، اسی طرح مائع میں حرارت پہنچا کر ہم اتصال کو اتنا کم کر سکتے ہیں کہ وہ گیس بن جائے۔ مائع کی اس گیسی حالت کو ہم "بخار" کہتے ہیں۔ پھر گیسوں سے مراد وہ اجسام ہیں جو دباؤ اور حرارت کے معمولی اثرات کے تحت گیسی ہی رہتے ہیں۔ اس کی مزید تفصیل ہم کتاب الحرارت میں بیان کریں گے۔

گیسوں کی خاصیتوں کے بیان میں ہم فضائی ہوا کو نمونہ قرار دیں گے کیونکہ پانی کو جو اہمیت مائعوں میں حاصل ہے وہی حیثیت ہوا کو گیسوں میں حاصل ہے۔

ہوا کی ترکیب: فضائی ہوا کو قدما ایک عنصر مانتے تھے لیکن جدید کیمیا سے یہ ثابت ہو گیا ہے کہ اس میں دو عناصر کی آمیزش ہے یعنی وہ کیمیاوی طور پر مرکب نہیں ہے۔ یہ عنصر آکسیجن اور نائٹروجن ہیں۔ اگرچہ دونوں میں کیمیاوی اتحاد نہیں ہے تاہم آمیزش میں دونوں کا تناسب غیر معمولی طور پر مستقل ہوتا ہے۔ چنانچہ ۷ میل کی بلندی تک ہوا میں ہمیشہ ۲۱ حصہ آکسیجن اور ۷۹ حصہ نائٹروجن پائی جاتی ہے ان دونوں گیسوں کے علاوہ ہوا میں اور گیسیں بھی شامل ہوتی ہیں جن میں سے اہم ترین بخار آبی اور کاربن ڈائی آکسائڈ ہیں۔

ہوا کا وزن: بادی النظر میں ہوا میں کوئی وزن معلوم نہیں ہوتا اور جو جسم ہوا میں حرکت کرتے ہیں اُن کی راہ میں ہوا مزاحمت کرتی معلوم نہیں ہوتی۔ بایںہمہ دھواں ہوا میں اوپر اٹھتا ہے اور چھوٹے چھوٹے غبارے ہوا میں بلند ہو کر نظروں سے اوجھل ہو جاتے ہیں اس کا سبب یہی ہے کہ ہوا دھوئیں سے یا غبارے کی گیس سے کثیف تر ہے۔ اس کی مثال ایسی ہے جیسی کہ لکڑی سبک تر ہونے کی وجہ سے پانی کے اوپر آ جاتی ہے۔ پس فضا بھی ہوا کا ایک سمندر ہے جس میں ہوا سے ہلکی چیزیں ہمیشہ اوپر کی طرف اُٹھیں گی۔

ہوا کے وزن کی تصدیق کے لئے شیشے کا ایک مجوف کرہ لو جس میں کوئی روک ڈاٹ لگی ہو۔ روک ڈاٹ کھول کر کرہ کو وزن کر لو۔ پھر کرہ کو ایک ہوا پمپ میں لگا دو اور جہاں تک ہو سکے ہوا اُس میں سے نکال لو۔ روک ڈاٹ کو اب بند کر کے دوبارہ وزن کرو۔ دونوں وزنوں میں فرق ہوگا یہ فرق اس ہوا کا وزن ہوگا جو کرہ میں سے نکل گئی۔ اگر کرہ کو ہوا سے بالکل خالی کر دیا گیا ہے اور کرہ کا حجم معلوم ہو تو اس طریقہ سے ہوا کی کثافت بھی معلوم ہو سکتی ہے۔ چنانچہ لیٹر ہوا کا وزن تقریباً ۱٫۲۹۳ گرام ہوتا ہے۔

ہوا کا تعویمی اثر: ہم پچھلے کسی باب میں ہوا کا تعویمی اثر کو بیان کر چکے ہیں اور تجربہ کے ذریعہ اس کو ظاہر کر چکے ہیں۔ یہاں ہم توضیحاً غبارہ کی مثال لیں گے۔

غبارہ میں بوجھ اٹھانے کی جو قابلیت ہوتی ہے وہ ہٹی ہوئی ہوا کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔ بلند تر ارتفاعوں پر ہوا لطیف تر ہو جاتی ہے اس لئے غبارہ وہاں کم بوجھ سنبھالے گا۔ غبارے کو جب نیچے اُتارنا ہوتا ہے تو غبارے کی گیس تھوڑی سی نکال دیتے ہیں۔

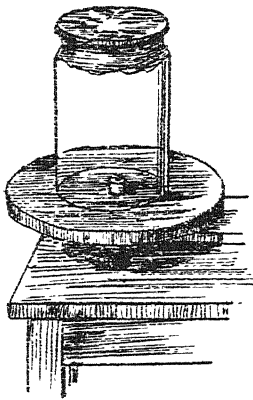
فضائی دباؤ یا ہوا کا دباؤ | چونکہ اوپر یہ ثابت ہوچکا ہے کہ ہوا میں وزن ہے اس لئے یہ بآسانی قیاس کیا جا سکتا ہے کہ زمین کی سطح پر جو زبردست مقدار ہوا کی موجود ہے اس کا کتنا وزن ہوگا۔ زمین کی سطح کے ساتھ تمام دیگر اجسام بھی شامل ہیں جو زمین کی سطح پر پائے جائیں۔ یہی وزن ایک دباؤ پیدا کرتا ہے۔ اس کو فضائی دباؤ یا کرہ ہوا کا یا ہوا کا دباؤ کہتے ہیں۔ فضا میں جتنا ہم اوپر جاتے ہیں یہ دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔ کیونکہ ہوا میں ہم افقی طبقے مان سکتے ہیں۔ پس سب سے نیچے والے طبقے پر پورے کرہ ہوا کا وزن ہوگا اس لئے وہی طبقہ سب سے زیادہ کثیف ہوگا۔ بنا بریں اوپر والے طبقے لطیف تر ہوتے جائیں گے۔

ہوا کے دباؤ کی توضیح میں ہم ذیل کے تجربے بیان کرتے ہیں:۔

کرہ ہوا کا زور:۔ شیشے کا ایک اسطوانہ لو جو کم سے کم ۵" اونچا ہو اور خوب مضبوط ہو۔ اس کے دونوں سرے کھلے ہوں۔ ایک طرف ربڑ کا ایک کافی چوڑا ٹکڑا لے کر خوب اچھی طرح سے مضبوط باندھ دو دوسری طرف کا کنارا خوب گھسا ہوا ہو۔ اس پر تھوڑی سی چکنائی لگا دو۔

اس کے بعد اس کو ایک ہوا پمپ کی تختی پر رکھ دو (شکل ۱۶۷) ربڑ کے ٹکڑے پر ایک وزن تو کرہ ہوا کا ہے جو اُسے نیچے دباتا ہے۔ دوسرے اس پر اسطوانہ کے اندر مقید ہوا کا اُچھال ہے جو اُسے اوپر اُٹھاتا ہے۔ یہ دونوں قوتیں ایک دوسرے کی تعدیل کر دیتی ہیں۔ لہٰذا ربڑ اپنی جگہ رہتا ہے لیکن جب ہوا پمپ کے ذریعہ نکال لی جاتی ہے تو اوپر کی ہوا کے بوجھ کو سنبھالنے والی کوئی چیز باقی نہیں رہتی۔ لہٰذا ہوا ربڑ کو دبائے چلی جاتی ہے یہاں تک کہ ربڑ بڑے زور سے پھٹ جاتا ہے اور ہوا اسطوانہ کے اندر داخل ہو جاتی ہے۔

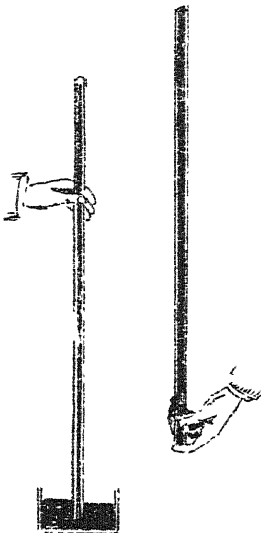
شکل ۱۶۷

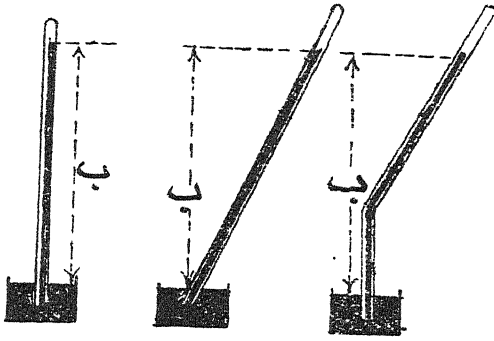
ماگدیبرگی نصف کرے:۔ اوپر کے تجربے سے یہ ثابت ہوا کہ کرہ ہوا میں نیچے کی طرف کتنا زور ہے۔ لیکن اس تجربے میں ہم دکھلائیں گے کہ یہ دباؤ تمام سمتوں میں عمل کرتا ہے۔ اس تجربہ میں پیتل کے دو مجوف نصف کرے استعمال کئے جاتے ہیں جن کو ماگدیبرگ کے رئیس البلد نے سب سے پہلے استعمال کیا تھا۔ اسی واسطے اس نام سے مشہور ہیں۔ یہ نصف کرے قطر میں چار ساڑھے چار انچ ہوتے ہیں۔ ان کی کناریاں ایک دوسرے پر ٹھیک بیٹھتی ہیں۔ اور اُن میں تھوڑی سی چکنائی لگا دی جاتی ہے۔ ایک نصف کرے میں

ایک پتلی سی گردن بھی ہوتی ہے جس میں ایک روک ڈاٹ بھی لگی رہتی ہے (شکل ۱۶۸) اسی کے ذریعہ
اس کو ہوا پمپ سے لگا دیتے ہیں۔ دوسرے نصف کرے پر ایک دستہ لگا ہوتا
ہے۔ اب دونوں نصف کروں کو ایک دوسرے پر بٹھا دو۔ اور پھر اُن کو علٰحدہ
کرنے کی کوشش کرو۔ وہ آسانی سے علٰحدہ ہوجائیں گے کیونکہ ان کے درمیان
ہوا بھی موجود ہے۔ لیکن اب گردن والے نصف کرے کو ہوا پمپ میں لگا کر
اس پر دوسرا نصف کرہ بٹھا دو پھر روک ڈاٹ کھول دو اور ہوا پمپ کے ذریعہ
کروں کے اندر کی ہوا نکال لو۔ روک ڈاٹ بند کرکے کروں کو ہوا پمپ سے
الگ کر لو۔ اب دونوں کو جدا کرنے کی کوشش کرو تو کافی زور لگانا پڑے گا
ہر وضع اور ہر سمت میں رکھنے سے یہی کیفیت نمودار ہوگی۔ اس سے معلوم
ہوا کہ فضائی دباؤ ہر سمت میں عمل کرتا ہے۔

شکل ۱۶۸

یہ تجربہ سب سے ۱۶۵۴ء میں انجام دیا گیا تھا۔ اس میں نصف کروں کا اندرونی قطر ۲ فٹ تھا۔
ہوا خالی کرنے پر ہر کرے پر چھ چھ گھوڑے لگائے گئے تب وہ جدا ہوئے۔

فضائی دباؤ کی پیمائش | اوپر کے تجربوں سے اتنا معلوم ہوگیا کہ فضائی دباؤ کا وجود ہے۔ لیکن اس کی
مقدار کا کوئی علم نہ ہوا۔ اس کو معلوم کرنے کے لئے طریسلی نے ذیل کا طریقہ اختیار کیا:-

طریسلی نے شیشہ کی ایک نلی لی جو ایک طرف بند تھی۔
اس کا طول ایک گز تھا۔ اور اس کا قطر تہائی انچ تھا۔
اس کو اس نے پارے سے بھرا اور ایک انگلی سے کھلے
سرے کو بند کر دیا پھر نلی کو پارے کے ایک ظرف میں
اس نے الٹ دیا۔ جب انگلی ہٹائی تو معلوم ہوا کہ نلی میں
پارا اب اُتر آیا ہے اور ظرف کے پارے سے وہ کوئی
اب ۳۰ انچ تک بلند ہے۔

اس نلی کو اگر پارے میں اتارا جائے یا اس کو مائل
کر دیا جائے یا وہ خمدار بنائی جائے۔ شکل ۱۷۰ ہر صورت
میں پارے کی دونوں سطحوں کے درمیان بلندی کا
فرق ایک ہی رہتا ہے۔

شکل ۱۶۹

اس سے معلوم ہوا کہ نلی میں پارے کی سطح سے اوپر جو فضا ہے وہ خلا ہے۔ اسی خلا کو طریسلی خلا کہتے ہیں۔ اگر نلی کو پارے میں اُتار دیا جائے یا اس کو مائل کر دیا جائے تو پارے کی سطح نلی کے بند سرے سے ٹکراتی ہے۔ اس ٹکر میں آواز ہوتی ہے کیونکہ درمیان میں کوئی ہوا نہیں ہے جو گدی کا کام دے۔

شکل ۱۷۰

اس تجربے سے طریسلی نے یہ نتیجہ نکالا کہ نلی میں پارے کے کالم کو سنبھالنے والا فضا کا وہ دباؤ ہے جو ظرف میں پارے کی سطح پر عمل کرتا ہے۔

پاسکل کے تجربے | اوپر کے نتیجہ کی تصدیق کے لئے پاسکل نے یہ استدلال کیا اگر یہ سب کچھ ہوا کے دباؤ کا نتیجہ ہے تو جتنا ہم اوپر جائیں گے اتنا ہی ہوا کا دباؤ کم ہونا چاہیئے۔ چنانچہ اس نے اپنے ایک رشتہ دار سے درخواست کی کہ وہ طریسلی کے تجربے کو وسط فرانس میں ایک پہاڑ پر انجام دے۔ تجربہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ وہاں پارے کا کالم بلندی میں تین انچ کم ہے۔ اس سے ثابت ہوا کہ پارے کے کالم کو سنبھالنے والا دراصل ہوا کا دباؤ ہے اور جب یہ دباؤ یا وزن کم ہو جاتا ہے تو کالم کی بلندی بھی کم ہو جاتی ہے۔

کچھ عرصہ بعد ایک دوسرے مقام پر پاسکل نے طریسلی کے تجربہ کو دہرایا، لیکن اس مرتبہ مختلف مائع استعمال کیئے۔ اس نے ۴۰ فٹ کی ایک لمبی نلی لی اور اس کو پانی سے بھر کر پانی کے ظرف میں الٹ دیا تو پانی کا کالم ۳۴ فٹ کا حاصل ہوا یعنی پارے کے کالم کا ۱۳٫۶ گنا بلند۔ لیکن چونکہ پارے کی کثافت اضافی ۱۳٫۶ ہے اس لئے طریسلی کے تجربے میں پارے کے کالم اور پاسکل کے تجربے میں پانی کے کالم کا وزن ایک ہی ہے۔ کیونکہ نلی کی تراش نہیں بدلی ہے۔ پس ہر دو مائعوں کو کرہ ہوا کا دباؤ ہی سنبھالتا ہے۔ پاسکل نے تیل اور شراب سے بھی ایسے ہی نتائج حاصل کئے۔

ہوائی دباؤ کی مقدار | فرض کرو کہ اوپر کے تجربے میں نلی ایک اسطوانہ ہے جس کا تراشی رقبہ ایک مربع انچ ہے۔ چونکہ پارے کے کالم کی بلندی تخمیناً ۳۰ انچ ہے۔

اس لئے پارے کے کالم کا حجم = ۳۰ مکعب انچ

اور ایک مکعب انچ پارے کا وزن = ۲۵۲۶۵ × ۱۳۶۶ = ۳۴۴۳۳۵ گرین = ۰۴۹ پونڈ

پس ایک مربع انچ سطح پر ایسے کالم کا دباؤ = ۰۴۹ × ۳۰ = ۱۴۷ = ۱۵ پونڈ تقریباً

اور ,, فٹ مربع ,, ,, ,, ,, ,, = ۱۵ × ۱۴۴ = ۲۱۶۰ پونڈ = اٹن تقریباً

کوئی گیس یا مائع اس طرح عمل کرے کہ ایک مربع انچ سطح پر ۱۵ پونڈ کا دباؤ ہو تو کہتے ہیں کہ اس گیس یا مائع کا دباؤ ایک کرہ ہے۔ مثلاً

کسی جوشدان میں دباؤ = ۹۰ پونڈ = ۶ × ۱۵ = ۶ کرہ

میتری نظام میں کرہ ہوا کا دباؤ = ۱۰۳۳ کلوگرام فی مربع سمر = ا کلوگرام فی مربع سمر تقریباً

بارپیما فضائی دباؤ کی پیمائش کے لیے جو آلے استعمال کئے جاتے ہیں اُن کو بارپیما کہتے ہیں۔ معمولی بارپیما میں دباؤ کی پیمائش پارے کی بلندی سے کی جاتی ہے جیسے کہ طرلیسلی کے تجربے میں گزر چکا۔ اس کے علاوہ دباؤ کی پیمائش میں دوسرے اصولوں سے بھی کام لیا جاتا ہے۔ پس ہم بارپیماوں کی دو قسمیں قرار دے سکتے ہیں ایک سیمابی دوسرے غیر سیمابی۔ سیمابی بارپیما مختلف صورتوں میں استعمال کئے جاتے ہیں۔ چنانچہ ذیل میں ہر ایک کی تفصیل بیان کی جاتی ہے۔

سیمابی بارپیما کی مختلف صورتیں :۔ جن صورتوں کا ہم یہاں ذکر کریں گے وہ سائنسی اغراض کے لیے زیادہ موزوں نہیں ہیں۔ اگرچہ صورت ب کبھی کبھی تجربہ خانوں میں استعمال ہوتی ہے :۔

صورت ا :۔ بارپیما کی یہی سادہ ترین صورت ہے جیسا کہ شکل ۱۷۱ میں ہے۔ کالم کی بلندی کی پیمائش کے لیے ایک پیمانہ لگایا جاتا ہے۔ اس پیمانہ کا نیچے والا سرا ظرف کے پارے کی سطح پر ہوتا ہے۔ چونکہ نیچے والے سرے کو پارے سے ہم سطح کرنا آسان نہیں ہے اس لیے بلندیوں کی پیمائش میں زیادہ صحت حاصل نہیں ہوتی۔ بعض اوقات ایک ثابت پیمانہ استعمال کیا جاتا ہے جس میں انچوں یا سمروں کے نشان حقیقی انچ یا سمر سے چھوٹے ہوتے ہیں تاکہ نلی کے باہر پارے کی سطح میں جو تغیر ہو اس کا لحاظ رکھا جا سکے۔

شکل ۱۷۱

صورت ب :۔ اس قسم کے بارپیما میں نلی لانما ہوتی ہے۔ (شکل ۱۷۲) نلی کے دونوں بازوؤں پر ایک ایک پیمانہ ہوتا ہے ان دونوں بازوؤں میں پارے کی بلندیوں کا فرق بارپیما کی

بلندی ہوتی ہے۔

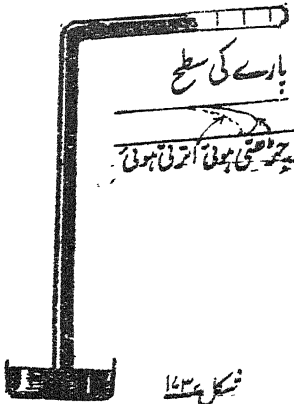
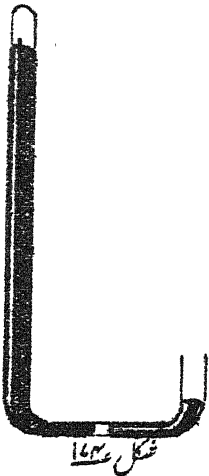
اس قسم کے بارپیما پر سب سے بڑا اعتراض یہی وارد ہوتا ہے کہ بارپیمائی بلندی حاصل کرنے کے لئے پارے کی سطح کی دو خواندگیاں لینا پڑتی ہیں۔ یعنی ہر بازو میں ایک ایک خواندگی۔ اس کی وجہ مشاہدہ میں خطا دگنی ہو جاتی ہے۔ اس بارپیما کو سیفن بارپیما بھی کہتے ہیں۔

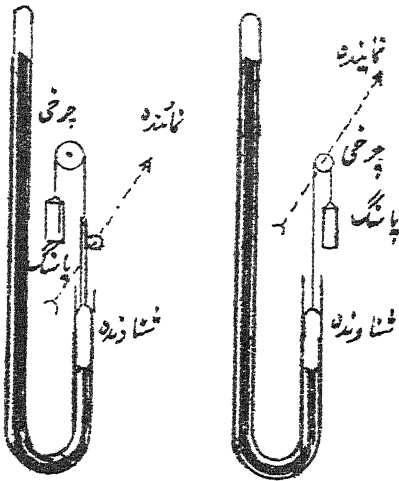
صورت ج :- یہ بارپیما شکل ۱۷۳ میں دکھلایا گیا ہے۔ شکل کے اعتبار سے ایسے بارپیما کو زانو دار بارپیما کہتے ہیں۔ اس نلی کا بالائی حصہ افقی پر مائل ہے۔ میلان ۱۰ میں ۱ ہے۔ اس لئے بارپیمائی بلندی میں ا مم کے اضافہ سے نلی کے مائل حصے پر پارا ا سم حرکت کر جائے گا۔

شکل ۱۷۳

اس قسم کا بارپیما سائنس کے کاموں کے لئے ناموزوں ہے۔ کیونکہ مائل حصے میں پارے کی سطح کا تعین دشوار ہے۔ پارے کے اتار چڑھاؤ کی کیفیت شکل میں علٰحدہ دکھلائی گئی ہے۔ یہ بتلانا مشکل ہے کہ صحیح بارپیمائی بلندی کے لئے پارے کی سطح کا کون سا حصہ پڑھا جائے۔

صورت د :- اس شکل کے بارپیما کو "مربع بارپیما" کہتے ہیں۔ (شکل ۱۷۴) اس میں افقی نلی کی تراش عمودی انتصابی نلیوں کی تراش کا ۱/۵ ہوتی ہے۔ نلی کے لمبے اور چھوٹے بازووں میں پارا الگ الگ ہوتا ہے۔ دونوں کے درمیان ہوا کا ایک بلبلہ ہوتا ہے جو افقی نلی میں واقع ہوتا ہے۔ بارپیمائی بلندی میں ا سم کا اضافہ ہو تو لمبے بازو میں پارا تقریباً ۰.۵ سم بڑھ جاتا ہے اور چھوٹے بازو میں تقریباً اتنا ہی گھٹ جاتا ہے۔ ہوا کا بلبلہ اس دوران میں افقی نلی پر ۵ سم کا طول طے کرتا ہے۔

شکل ۱۷۴

ممکن ہے کہ پارا نلی کی دیواروں سے چمٹ جائے تو پھر بلبلہ کے حجم میں تغیر واقع ہوجائے گا۔ پس بارپیمائی دباؤ کے تغیرات کے متناظر بلبلے میں تغیر واقع نہ ہوگا۔ بنابریں سائنسی اغراض کے لئے یہ صورت بھی ناموزوں ہے۔

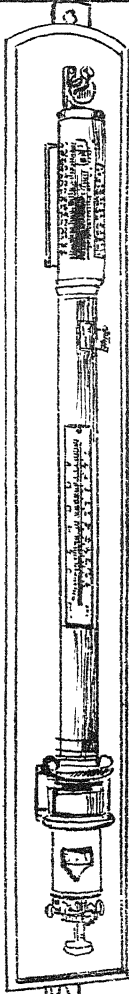
صورت ۸ اور ۹ :- یہ دونوں صورتیں شکل ۱۷۵ میں دکھلائی گئی ہیں۔ ان بارپیماؤں میں ایک ڈائل رہتا ہے جس پر نمائندہ حرکت کرتا ہے۔ خود بارپیما لا نما ہے۔ کھلے بازو کے پارے کی سطح پر ایک متوازن شناوندہ رہتا ہے۔ اس شناوندہ کا اتار چڑھاؤ بارپیمائی بلندی کے اتار چڑھاؤ کا ہمیشہ نصف رکھا جاتا ہے۔ شناوندہ کی حرکت سے نمائندہ کی حرکت شکل دیکھکر سمجھ میں آجائے گی۔

شکل ۱۷۵

لیکن یہ صورت بھی سائنسی اغراض کے لئے زیادہ موزوں نہیں ہے، کیونکہ شناوندہ کا اتار چڑھاؤ بارپیمائی بلندی کے تغیرات کا پورا پورا ساتھ نہیں دیتا۔

فارٹن کا بارپیما :- یہ بارپیما سائنس کے اغراض کے لئے سب سے زیادہ موزوں ہے۔ اسی واسطے یہ بکثرت مستعمل ہے۔ اس کو فارٹن نے تیار کیا تھا۔ اس لئے اسی کے نام سے موسوم ہے۔ اس کی اہمیت کے مدنظر ہم اس کے بیان میں کسی قدر تفصیل سے کام لیں گے۔

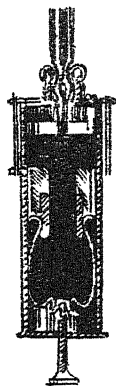
شکل کے اعتبار سے اس کو مذکورہ بالا صورت (۱) کی ترقی یافتہ شکل سمجھنا چاہئے۔ پس اس بارپیما میں ایک نلی ہوتی ہے جس میں پارا بھرا رہتا ہے۔ بالائی سرے پر بارپیما کا پیمانہ ہوتا ہے جس کی سمت محدود ہوتی ہے۔ نلی کے نیچے والے سرے پر ایک حوضک ہوتا ہے جس میں ہاتھی دانت کی ایک نوک رہتی ہے۔ یہی نوک بارپیما کے پیمانے کے لئے صفر کا کام دیتی ہے۔ نلی میں پارے کی بلندی یہیں سے پیمائش کی جاتی ہے۔ (شکل ۱۷۶)

حوضک دراصل شیشے کا ایک اسطوانہ ہوتا ہے جس کی پیندی میں ایک چرمی کیسہ ہوتا ہے۔

شکل ۱۷۲

(شکل ۱۷۲) یہ اسطوانہ پیتل کے ایک خانہ میں بند رہتا ہے۔ اس کے نیچے ایک پیچ لگا رہتا ہے جس کو گھما کر شیشے کے اسطوانے کی گنجایش کو گھٹایا بڑھایا جاسکتا ہے۔ چمڑے کو شکست و ریخت سے محفوظ کرنے کے لئے پیچ اور چمڑے کے بیچ میں دھات کا ایک پتر لگا دیتے ہیں۔ پیچ کے گھمانے سے چرمی کیسہ کی پیندی اوپر اٹھ جاتی ہے یا نیچے اُتر آتی ہے۔ اس کی وجہ سے حوضک کے اندر پارے کی سطح کو درست کیا جاسکتا ہے۔ جب ہاتھی دانت کی نوک پارے کی سطح کو اس طرح مس کرتی ہے کہ وہ اپنے خیال سے مل جائے تو سمجھا جاتا ہے کہ پارے کی سطح صفر پر ہے۔

بارپیما کی نلی بالائی حصہ پر زیادہ چوڑی ہوتی ہے لیکن نیچے کے حصے تنگ ہی رکھے جاتے ہیں۔ بالائی حصوں پر نلی کو چوڑا کر دینے سے یہ فائدہ ہوتا ہے کہ سطحی تنش (دیکھو آخر باب) کے اثرات رونما ہونے نہیں پاتے۔ نیچے کے حصوں میں چونکہ پارے کی سطح کبھی نہیں پہنچتی اس لئے وہاں اس قسم کی احتیاط کی ضرورت نہیں۔ بلکہ ان حصوں کو تنگ رکھنا ہی مفید ہے تاکہ پارے کے کالم میں اہتزاز پیدا ہوں تو وہ جلد ختم ہو جائیں۔ چنانچہ اوپر کے سرے کے مقابلے میں نیچے کا سرا ایک سوراخ کی طرح ہوتا ہے۔

بارپیما کی نلی پیتل کے ایک نلی دار خانے میں بند ہوتی ہے۔ پیتل کی اس نلی میں اوپر کے حصے میں دو چوڑے شگاف کٹے ہوتے ہیں۔ سامنے کے شگاف کے دونوں کناروں پر صرف اوپر کے حصے میں پیمانے کندہ ہوتے ہیں۔ ایک سمر میں ہوتا ہے اور دوسرا انچوں میں۔ دونوں کے بیچ میں ایک کسر پیما حرکت کرتا ہے۔ اس کو حرکت دینے کے لئے دھاتی خانے میں بالائی حصے کے نیچے ایک پیچ لگا ہوتا ہے۔

شکل ۱۷۳

کسر پیما ہر دو پیمانوں کے لئے الگ الگ ہوتا ہے۔ یہ کسر پیما دراصل ایک نلی پر ہوتا ہے جس کا ایک حصہ پیچھے کے شگاف میں حرکت کرتا ہے۔ یہ حصہ بالکل سادہ ہوتا ہے۔ نشان وغیرہ اس پر نہیں ہوتے۔ اس سے فائدہ یہ ہوتا ہے کہ پارے کی سطح آسانی سے پڑھی جا سکتی ہے کیونکہ ہر دو حصوں کے نیچے والے کنارے ایک ہی سطح میں ہوتے ہیں۔

بار پیما کی بلندی معلوم کرنے کے لئے سب سے پہلے بار پیما کو انتصابی سمت میں لایا جاتا ہے۔ اس کے لئے حوضک کے پیچ کے گرد ایک دھاتی حلقہ ہوتا ہے۔ اس میں تین پیچ لگے ہوتے ہیں۔ ان کی مدد سے بار پیما کو انتصابی کر لیا جاتا ہے۔

اس کے بعد ہاتھی دانت کی نوک کو حوضک میں پارے کی سطح سے ملایا جاتا ہے۔ نوک اور اس کے خیال کے انطباق کو اچھی طرح سے دیکھنے کے لئے بار پیما کے چوبی استادہ پر ایک سفید سطح لگا دی جاتی ہے۔ اس کی مدد سے نوک بہت آسانی سے پارے کی سطح سے مس کرنے لگتی ہے۔ اس کے بعد بالائی حصے میں پارے کی سطح کو کسر پیما کے کنارے سے ملانے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کے لئے بھی استادہ پر عین اس کے پیچھے ایک سفید سطح لگا دی جاتی ہے۔ پارے کی سطح چونکہ محدب ہوتی ہے۔ اس لئے کسر پیما کا کنارہ پارے کی سطح کو بیچ میں مس کرے گا اور کنارے خالی رہیں گے۔ جب یہ صورت واقع ہو تو پھر پیمانہ کو پڑھنے سے بار پیما کی بلندی معلوم ہو جائے گی۔

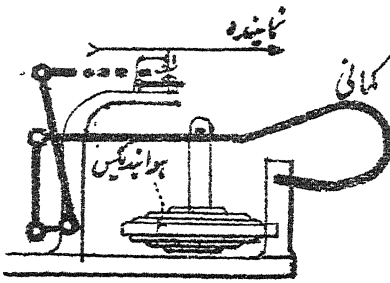
ہوا کی تپش کو بتلانے کے لئے بار پیما کے برنجی خول پر ایک تپش پیما لگا رہتا ہے۔ تپش کے تغیرات کا اثر بار پیما کی بلندی پر پڑتا ہے۔ لیکن اس کی تصحیح اور اس کے متعلق مزید بحث ہم اس سلسلہ کی جلد دوم یعنی کتاب "الحرارت والصوت" میں کریں گے۔

غیر سیمابی بار پیما (۱) گلیسرینی بار پیما :۔ جارڈن نے ایک بار پیما بنایا تھا جس میں خالص گلیسرین کو استعمال کیا۔ گلیسرین کی کثافت اضافی چونکہ ۱۶۲۶ ہے اس لئے گلیسرین کے کالم کا طول پارے والے طول سے کوئی دس گنا زیادہ ہوتا ہے۔ اس لئے ہوائی دباؤ میں خفیف سا تغیر بھی کالم کے طول میں معتدبہ فرق پیدا کر دیتا ہے۔ اس کے لئے نلی معمولی شیشے کی نلی ہوتی ہے۔ اس کا قطر $\frac{5}{8}$" ہوتا ہے اور طول کوئی ۲۸ فٹ۔ اس لئے اس نلی کا نیچے والا سرا تہ خانہ میں ہوتا ہے جہاں وہ حوضک میں ڈوبا رہتا ہے۔ بالائی سرا تقریباً ایک انچ قطر کی شیشے کی ایک بند نلی سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ اسی بند نلی میں بلندی کے تغیرات دیکھے جاتے ہیں۔ اس کو بالعموم بالاخانہ ہی پر رکھا جاتا ہے۔

معمولی تپشوں پر گلیسرین کے بخار کا دباؤ بہت کم ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے پانی کے مقابلہ میں گلیسرین

کے استعمال پر اعتراض نہیں کیا جا سکتا۔ لیکن گلیسرین میں ایک نقص یہ ہے کہ وہ ہوا سے رطوبت کو بآسانی جذب کر لیتا ہے جس کی وجہ سے کالم کی کثافت اور بلندی میں تغیر واقع ہو جاتا ہے اسی لئے حوضک کے مائع پر روغن پیرافین کی ایک تہ ڈال دیتے ہیں۔

(۲) خشک بار پیما:۔ اوپر جس بار پیما کا ہم نے ذکر کیا ہے اس میں اگرچہ پارا استعمال نہیں ہوتا، تاہم رکھ رکھاؤ کے لحاظ سے وہ پارے سے زیادہ وقت طلب ہے۔ اس دقت کو رفع کرنے کے لئے ایسے بار پیما استعمال کئے جاتے ہیں جن میں کوئی مائع استعمال نہیں ہوتا۔ اور جن کے رکھ رکھاؤ میں کوئی دقت واقع نہیں ہوتی۔ ایسے بار پیما کو خشک بار پیما کہتے ہیں۔ اس کی تشریح میں ہم ذیل میں درج کرتے ہیں:۔

خشک بار پیما ایک ہوا بند بکس پر مشتمل ہوتا ہے۔ (شکل ۱۸۱) جس میں سے حتی الامکان ساری ہوا نکال لی جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے بکس کے اندر دباؤ ہوا کے دباؤ سے بہت کم ہو جاتا ہے۔ اس بکس کا بالائی رخ ایک لچکدار حجاب پر مشتمل ہوتا ہے جو دباؤ کے بڑھنے سے اندر کی جانب دب جاتی ہے اور کم ہونے سے اوپر کی طرف اٹھ جاتی ہے۔ حجاب کی یہ حرکت خفیف ہوتی ہے

شکل ۱۸۱

لیکن کمانیوں اور چیرموں کی مدد سے اس حرکت کو بڑا کر دیا جاتا ہے۔ یہ حرکت ایک نمائندے میں منتقل ہوتی ہے جو ایک درجہ دار ڈائل پر حرکت کرتا ہے۔ اس سے بار پیما کی بلندی فوراً معلوم ہو جاتی ہے۔ ایسے خشک بار پیما بہت سبک، سہل الاستعمال اور سفری ہوتے ہیں۔ البتہ ان کی تعیر کسی معیاری سیمابی بار پیما ہی سے کرنا پڑتی ہے۔ ان میں عرصہ تک کوئی خرابی واقع نہیں ہوتی۔ اور ان سے قابل اعتبار خواندگی حاصل ہوتی ہے۔

پہاڑوں کی یا پرواز کی بلندی معلوم کرنا ہو تو یہی بار پیما استعمال کئے جاتے ہیں۔ البتہ ان کو گھڑی کی شکل دیدی جاتی ہے اور اُن کے ڈائل پر پھر بلندیوں کے نشان ڈال دئے جاتے ہیں۔ یہ نشان فٹ یا میٹر میں ہوتے ہیں۔ بالعموم ۱۰۰۰ فٹ کی بلندی کے لئے بار پیما کی بلندی بقدر ۰۸۸ء۱ انچ کم ہو جاتی ہے۔ اسی طرح ۱۰۰ میٹر کی بلندی کے لئے بار پیما بقدر ۰۹۵ء۰ سمر اُتر جاتا ہے۔

(۳) بار نگار:۔ یہ ایک نگارندہ آلہ ہے جو خود بخود ایک نقشہ پر بار پیما کے تغیرات کو درج کرتا جاتا ہے

یہ آلہ ایک خشک بارپیما اور ایک اسطوانہ پر مشتمل ہوتا ہے۔ اسطوانہ ہی پر کاغذ لگا رہتا ہے جس پر نقشہ بنتا ہے۔ اس کو گھمانے کے لئے گھڑی کی کل لگا دی جاتی ہے۔ بارپیما میں نمائندہ قلم کی شکل کا ہوتا ہے جو اسطوانہ کے کاغذ پر نشان ڈالتا جاتا ہے۔

بارپیماؤں کے متعلق احتیاطیں | بارپیمائی کے لئے کسی دوسرے مائع کے مقابلے میں پارے کو منتخب کیا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ کثیف ترین مائع ہے اور اس لئے اس کی بلندی سب سے کم رہتی ہے۔ یعنی کل ۷۶ سم۔ اس کے مقابلے میں پانی ہو تو اس کی بلندی ۳۴ فٹ ہوگی اور گلیسرین ہو تو ۲۶ فٹ۔ پھر پارا شیشے کو تر نہیں کرتا۔

بارپیما کے لئے ضروری ہے کہ پارا خالص ہو اور اس میں آکسائڈ وغیرہ نہ ملا ہو۔ ورنہ وہ شیشے سے مل کر میلا ہو جائیگا اگر پارا خالص نہ ہوگا تو اس کی کثافت کم ہو جائے گی۔ اور بارپیما کی بلندی زیادہ ہو جائے گی۔ اس لئے پارے کو پہلے نائٹرک ترشے سے دھو کر کشید کر لیا جاتا ہے۔

طرسیلی خلا کو ہوا اور رطوبت سے پاک ہونا چاہئے ورنہ پارے کا کالم نیچے دب جائے گا۔ شیشے کی نلیوں کا یہ خاصہ ہوتا ہے کہ ان کی سطح پر آبی بخار جمع ہو جاتے ہیں۔ ہوا کے معمولی دباؤ پر یہ بخار نلی سے ملحق رہتے ہیں لیکن خلا میں کوئی دباؤ نہیں ہوتا اس لئے وہ ہوا میں شامل ہو جاتے ہیں۔ بنابریں پارے کا کالم نیچے دب جاتا ہے۔

ہوا اور رطوبت کو دور کرنے کی ترکیب یہی ہے کہ نلی کو پارے میں جوش دے دیا جائے۔ اس کے لئے تھوڑا سا پارا نلی میں ڈال کر کسی مناسب آلے میں اس کو جوش دیتے ہیں۔ پھر اسے ٹھنڈا ہونے دیتے ہیں۔ پھر پہلے سے قدرے گرم شدہ پارے کی ایک تھوڑی سی مقدار اور ڈال کر جوش دیتے ہیں یہی عمل کرتے رہتے ہیں تاآنکہ نلی بالکل بھر جائے۔ اس طرح ہوا اور رطوبت جو دیواروں سے لگی رہ جاتی ہیں وہ پارے کے بخار کے ساتھ خارج ہو جاتی ہیں۔

طرسیلی خلا کامل خلا نہیں ہوتا کیونکہ اس میں پارے کے بخار موجود رہتے ہیں۔ اس کو ثابت کرنے کے لئے ڈیوار نے ایک تجربہ یوں انجام دیا کہ مائع ہوا سے ایک اسفنج کو بھر کر اس نلی پر رکھا جس میں طرسیلی خلا پیدا کیا گیا تھا۔ ہوا کی تبخیر سے برودت کی جو شدت ہوئی تو پارا نلی کی دیواروں پر جم گیا اور ایک نہایت چمکدار دھاتی سطح حاصل ہوئی۔

بارپیما سے صحیح بلندی حاصل کرنے کے لئے تپش کا بھی لحاظ کرنا پڑتا ہے۔ لیکن چونکہ اس کا تعلق حرارت سے ہے اس لئے ہم کتاب الحرارت میں ایسی تصحیحوں کو مفصل طور پر بیان کریں گے۔

معیاری ہوائی دباؤ | معیاری ہوائی دباؤ سے مراد وہ دباؤ ہے جو ۰° م کی تپش اور ۴۵° کے عرض البلد پر ۷۶ سم پارے کے ایک کالم سے سطح سمندر پر پیدا ہو۔

اگر بارپیمائی بلندی = ب، پارے کی کثافت = ث گرام فی مکعب سم

تو ہوائی دباؤ = ب د ث ج ڈائن فی مربع سمر

= ۷۶ × ۱۳٫۵۹۶ × ۹۷۸٫۵ [ج = ۹۷۸٫۵ سمر/ثانیہ² حیدرآباد کے لئے]

= ۱۰۱۱۰۶۰ ڈائن فی مربع سمر [تقریباً]

= ۱۰۰۰۰۰۰ " " " ["] = ۱۴٫۷ پونڈ فی مربع انچ

لیکن چونکہ ج کی قیمت زمین کے مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے اس لئے ۷۶ سمر پارے کا دباؤ ہر جگہ ایک ہی نہیں ہوگا۔ اس لئے ضروری ہے کہ بارپیمائی بلندی کی اضافت سے ہوائی دباؤ کو بیان کیا جائے تو اس قیمت کو ۴۵° عرض البلد پر تحویل کر لیا جائے۔

اس لئے جوّیات میں یہ دستور ہو گیا ہے کہ ہوائی دباؤ کو مطلق اکائیوں یعنی ڈائن فی مربع سمر میں بیان کرتے ہیں۔ دس لاکھ مطلق اکائیوں کو بار کا نام دیا گیا ہے۔ بارپیمائی دباؤ پھر ملی بار میں بیان کیا جاتا ہے۔ چنانچہ

۱ بار = ۱۰۰۰ ملی بار = ۷۵٫۰۰۷۶ ممر بلند پارے کے ایک کالم کا دباؤ ۰°م اور ۴۵° عرض البلد پر

= ۱۰۱۱ ملی بار تقریباً (حیدرآباد کے لئے)

= ۱۰۱۳٫۲ ملی بار تقریباً (سطح سمندر پر)

پس معیاری ہوائی دباؤ = ۱۰۱۳٫۲ ملی بار

انگلستان اور فرانس کے محکمۂ جویات نے اس اکائی کو استعمال کرنا شروع کر دیا ہے اور دوسرے ملک بھی اس کی تقلید کر رہے ہیں۔

بارپیمائی بلندی کے تغیرات | جب بارپیما کی بلندی کا مشاہدہ کئی دن تک کیا جاتا ہے تو ایک ہی مقام پر روز روز ہی تغیر نہیں ہوتا بلکہ ایک ہی روز کے مختلف اوقات میں بھی تغیر واقع ہوتا ہے۔ اعظم اور اقل بلندیوں میں ایک فرق ہوتا ہے جو مختلف مقامات کے لئے مختلف ہوتا ہے۔ یہ فرق استوا سے قطبین کی طرف بڑھتا ہے۔ سب سے زیادہ تغیرات موسم سرما میں رونما ہوتے ہیں۔

اگر ۲۴ گھنٹوں تک ہر گھنٹہ بارپیما کا مشاہدہ کیا جائے اور جو بلندیاں حاصل ہوں ان کے مجموعہ کو ۲۴ سے تقسیم کر دیا جائے تو جو اوسط حاصل ہوگا اس کو اوسط روزانہ بلندی کہتے ہیں۔ اگر مہینے بھر کے مشاہدات کے مجموعہ کو ۳۰ سے تقسیم کیا جائے تو پھر اوسط ماہانہ بلندی حاصل ہوگی۔ اسی طرح اوسط سالانہ بلندی بھی حاصل ہوتی ہے۔

خط استواء پر اوسط سالانہ بلندی سطح سمندر پر = ۷۵٫۸ سمر = ۲۹٫۱۴″

۳۰° اور ۴۰° کے عرض البلد کے درمیان اس کی انتہائی قیمت = ۷۶٫۳ " = ۳۰٫۰۴″

سطح سمندر پر عام اوسط ۷۶ء۱ سم = ۲۹ء۹۶ انچ

اوسطاً بلندی سرما کے مقابلے میں گرما میں زیادہ ہوتی ہے، کیونکہ فضا سرد تر ہوتی ہے۔

بار پیما میں دو قسم کے تغیرات ہوتے ہیں ایک تو وہ تغیرات ہیں جن کو ہم اتفاقی تغیرات کہہ سکتے ہیں۔ ان میں کوئی باضابطگی نہیں ہوتی۔ ان کا انحصار زیادہ تر موسم ہوا کے رُخ اور جغرافیائی وضع پر ہوتا ہے۔ دوسرے یومیہ تغیرات ہیں جو دن کے معین گھنٹوں میں پابندی کے ساتھ رونما ہوتے ہیں۔

استوا پر اور منطقہ حارہ میں اتفاقی تغیرات بہت کم ہوتے ہیں البتہ یومیہ تغیرات اس پابندی کے ساتھ ہوتے ہیں کہ ہم اس سے گھڑی کا کام لے سکتے ہیں۔ دو پہر سے ۴ بجے سہ پہر تک بار پیما گھٹتا ہے پھر بڑھتا ہے تو ۱۰ بجے شب تک اپنی انتہا کو پہنچ جاتا ہے۔ اس کے بعد پھر وہ گھٹتا ہے تو ۴ بجے صبح تک اپنی اقل بلندی پر ہوتا ہے۔ پھر دس بجے صبح کو وہ دوبارہ اپنی اعظم قیمت کو پہنچتا ہے۔

معتدل منطقوں میں بھی یومیہ تغیرات ہوتے ہیں لیکن اُن کی شناخت مشکل ہوتی ہے کیونکہ وہ اتفاقی تغیرات میں ضم ہوجاتے ہیں۔ اعظم اور اقل بلندیوں کے اوقات تمام اقلیموں میں ایک ہی معلوم ہوتے ہیں، خواہ عرض البلد کچھ ہی کیوں نہ ہو۔

ہندوستان میں بار پیما ۴ بجے صبح سے ۹ ½ صبح تک بڑھتا ہے۔ اس کے بعد ۴ یا ۵ بجے سہ پہر تک گھٹتا ہے۔ پھر ۱۰ بجے شب تک بڑھتا ہے اور بالآخر ۴ بجے صبح تک گھٹتا جاتا ہے۔ سالانہ تغیر کے اعتبار سے ہندوستان کے میدانوں میں بار پیما دسمبر (بہمن) اور جنوری (اسفندار) میں بلند ترین ہوتا ہے۔ اس کے بعد سے وہ جون (امرداد) جولائی (شہریور) تک گھٹتا ہے۔ اگست (مہر) سے پھر بڑھنا شروع ہوتا ہے اور پھر ختم سال تک بڑھتا رہتا ہے۔

بار پیمائی تغیرات کے اسباب | مشاہدہ یہ بتلاتا ہے کہ بار پیما کا عمل تپش پیما (دیکھو کتاب الحرارت) کے عمل کے برعکس ہوتا ہے یعنی تپش پیما بڑھتا ہے تو بار پیما گھٹتا ہے اور بالعکس۔ اس سے یہ معلوم ہوا کہ بار پیمائی تغیرات ہوا کے اتساع یا انقباض کا نتیجہ ہیں یعنی تغیر کثافت کا۔ اگر سارے کرہ ہوا کی تپش ایک ہی ہوتی تو کوئی رونہ پیدا ہوتی۔ اور ایک ہی بلندی پر سب جگہ ہوائی دباؤ ایک ہی ہوتا۔ لیکن جب کرہ ہوا کا کوئی حصہ آس پاس کے حصوں کے مقابلے میں گرم تر ہوجاتا ہے تو اس کی کثافت اضافی کم ہوجاتی ہے اس لئے وہ اوپر اٹھتا ہے اور ہوا کے بالائی طبقوں میں چلا جاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ ہوا کا دباؤ کم ہوگیا یعنی بار پیما گھٹ جاتا ہے۔ اسی طرح اگر کرہ ہوا کے کسی حصے کی تپش برقرار رہے اور ماحول کی تپش سرد تر ہوجائے تو بھی یہی نتیجہ پیدا ہوگا۔ اس لئے عام طور پر یہی ہوتا ہے کہ ایک مقام پر بار پیما میں غیر معمولی کمی ہوئی تو دوسرے مقام پر اُتنی ہی بیشی ہوجاتی ہے۔

سورج سے جو حرارت زمین کو پہنچتی ہے اس کی مقدار دن کے مختلف اوقات میں مختلف ہوتی ہے اس سے بار پیما کے روزانہ تغیرات ظہور پذیر ہوتے ہیں

کرہ ہوا کا عمق ہوا میں جو انساعی قوت ہے اس کی بنا پر یہ خیال ہو سکتا تھا کہ ذرے لامتناہی طور پر بھی فضا میں پھیل جائیں گے۔ لیکن جب ہوا پھیلتی ہے تو اس کی انساعی قوت گھٹ جاتی ہے اور کرہ ہوا کے بالائی طبقوں کی پست تپش کی وجہ سے اور بھی کمزور ہو جاتی ہے اس لئے ایک خاص بلندی پر انساعی قوت اور جاذبی قوت میں تعدیل ہو جائے گی۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کرہ ہوا غیر محدود نہیں ہے۔ زمین اور اس کے کرہ ہوا کے اضافی ابعاد کا اندازہ کرنے کے لئے ۱ فٹ قطر کا ایک کرہ لو اور اس پر ایک غلاف کاغذ کا چڑھا دو۔ کاغذ کی دبازت $\frac{1}{12}$" ہو۔

ہوا کے زیریں طبقوں میں ۱۳ مکعب فٹ ہوا کا وزن ۱ پونڈ ہوتا ہے۔ ۲۶ میل کی بلندی پر حساب سے معلوم ہوتا ہے کہ ۴۰۰۰ مکعب فٹ ہوا کا وزن ایک پونڈ ہو گا۔ کرہ ہوا کے وزن سے اور بلندی کے ساتھ کثافت کے گھٹنے سے اندازہ لگایا گیا ہے کہ کرہ ہوا کا عمق ۴۵ میل ہونا چاہئے۔ اس کی تائید اس سے بھی ہوتی ہے کہ غروب کے وقت سورج کے شعاعوں کو منعکس کرنے کے لئے کچھ نہ کچھ ہوا اس بلندی پر باقی رہتی ہے۔ شہاب ثاقب کے مشاہدوں سے گمان ہوتا ہے کہ وہ ۹۰ تا ۱۳۰ میل کی بلندی پر دکھائی دیتے ہیں۔ چونکہ کرہ ہوا سے رگڑ کھانے پر اُن میں روشنی پیدا ہوتی ہے اس لئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ اس بلندی پر بھی ہوا موجود ہے اگرچہ وہ وہاں بغایت لطیف ہے۔

کرہ ہوا کے دباؤ کے اطلاقات کرہ ہوا کے دباؤ سے ہمیں جس جس طرح سابقہ پڑتا ہے اس کی چند مثالیں ہم ذیل میں درج کرتے ہیں:۔

(۱) پانی کا گلاس اور کاغذ:۔ ایک گلاس میں پانی بھر دو اور اس پر ایک کاغذ احتیاط سے ڈھک دو۔ ایک ہاتھ رکھکر کاغذ کو اپنی جگہ برقرار رکھو اور دوسرے ہاتھ سے گلاس کو الٹ دو۔ اب کاغذ پر سے ہاتھ ہٹا لو تو پانی نہیں گرے گا۔ پانی اور کاغذ دونوں اپنی اپنی جگہ اوپر کی جانب دباؤ کی وجہ سے قائم ہیں۔ کاغذ محض اس لئے استعمال کیا گیا کہ پانی کی ایک چپٹی سطح عمل کیلئے ملے۔ ورنہ پانی کے دو حصے ہو جائیں گے جس سے ہوا داخل ہو جائے گی اور پھر یہ تجربہ ناکام رہے گا۔

(۲) تنفس:۔ جانداروں کا تنفس یعنی سانس لینا بھی کرہ ہوائی کے دباؤ پر منحصر ہے۔ پھیپھڑوں اور حجاب حاجز کی حرکت کی وجہ سے دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ پھر بیرونی ہوا کا دباؤ چونکہ زیادہ ہوتا ہے اس لئے وہ پھیپھڑوں وغیرہ میں تازہ ہوا پھر داخل کر دیتا ہے۔ جانداروں کے پانی پینے اور چوسنے میں بھی ہوا کو دخل

ہے، کیونکہ ہر دو صورتوں میں منہ کے اندر دباؤ کم ہوجاتا ہے اس لئے بیرونی ہوا رقیق شے کو اندر پہنچا دیتی ہے کھانا کھانے میں بھی جب دانت اپنا فعل انجام دے چکتے ہیں تو غذا بیرونی ہوا کے دباؤ ہی کی وجہ سے حلق کے اندر اُترتی ہے۔

(iii) جسم انسانی پر ہوا کا دباؤ:۔ میانہ قد کے آدمی کے جسم کی سطح عموماً ۱۶ مربع فٹ ہوتی ہے۔ اس سطح پر ہوا کا دباؤ = ۱۶ × ۱۴۴ × ۱۵ = ۳۴۵۶۰ پونڈ = ۱۶ ٹن تقریباً۔ گمان ہوسکتا ہے کہ اتنا زبردست دباؤ کس طرح برداشت ہوسکتا ہے۔ لیکن یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ دباؤ ایک ہی طرف سے نہیں پڑتا، بلکہ چاروں طرف سے پڑتا ہے اس لئے تعدیل ہوجاتی ہے۔ لیکن اس پر یہ گمان ہوسکتا ہے کہ جب چاروں طرف سے ایسے دباؤ عمل کریں گے تو جسم کو دب کر ریزہ ریزہ ہونا چاہیئے۔ اس کا جواب یہ ہے کہ جسم حیوانی یا انسانی میں جو ہڈیاں ہوتی ہیں وہ اس سے بھی زیادہ دباؤ کو برداشت کرسکتی ہیں اور اندرون جسم جو رطوبتیں ہوتی ہیں وہ اور بھی زیادہ دباؤ کے اثر کو قبول نہیں کرتیں۔ جسم کے اندر جو ہوا ہوتی ہے وہ بھی کرہ ہوا کے دباؤ سے دبتی ہے، اور اس کا دباؤ تقریباً وہی ہوتا ہے جو بیرونی ہوا کا، لیکن وہ اپنی لچک کی وجہ سے مزاحمت کرتی ہے جیسے کسی بوتل میں ہوا مقید ہو۔ بوتل کی دیواروں کو کرہ ہوا کا وزن دباتا ہے۔ لیکن وہ اس کو برداشت کرلیتی ہیں۔ خواہ دیواریں کتنی ہی پتلی کیوں نہ ہوں۔ کیونکہ اندرونی ہوا کا دباؤ بیرونی ہوا کی دباؤ کی پوری تعدیل کردیتا ہے۔

شیشے کا ایک اسطوانہ دونوں طرف سے کھلا لیں اور اس کو ہوا پمپ پر رکھکر کھلے سرے کو ہاتھ سے بند کردیں۔ پھر ہوا پمپ کو چلانا شروع کردیں تو کرہ ہوا کا دباؤ ہاتھ کو دبا دے گا۔ جس کی وجہ سے ہاتھ کو ہٹانے میں زور لگانا پڑے گا، کیونکہ اب اندر کی طرف کوئی ہوا نہیں جو بیرونی دباؤ کی تعدیل کرے۔ اور چونکہ اعضاء میں جو گیس ہے اس کی لچک کی تعدیل کرہ ہوا کے وزن سے نہیں ہوتی اس لئے ہاتھ دیر تک رکھنے سے ہتھیلی پھول جاتی ہے اور مساموں سے خون جاری ہوجاتا ہے۔

بلند پروازوں اور اونچے اونچے پہاڑوں پر مسافروں کو ناک اور آنکھوں پر خون کا دباؤ بہت محسوس ہوتا ہے، کیونکہ جسم کے اندر کی ہوا کی لچکی قوت بیرونی ہوا کے کم شدہ دباؤ پر غالب ہوتی ہے۔

ہمارے بازو اور ہماری ٹانگوں کی ساخت میں بھی کرہ ہوا کے دباؤ کا لحاظ رکھا گیا ہے۔ ہمارے بازوؤں کا بالائی سرا کسی قدر بڑا اور گول ہوتا ہے اور کندھے کے خلا دار جوف میں جڑا ہوتا ہے۔ اسی طرح ران بھی جڑی ہوتی ہے۔ معمولی حالتوں میں بیرونی ہوا کا دباؤ ان اعضا کو اپنی جگہ رکھتا ہے۔ لیکن جب ہم اونچے پہاڑوں پر چڑھتے ہیں تو ہم کو تکان محسوس ہوتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ بیرونی دباؤ کم ہوجاتا ہے۔ اور اس لئے اعضا برداری

میں عضلات کو بھی حصہ لینا پڑتا ہے۔

(۲۱۱) حجامت یا سینگی لگانا:۔ طب میں حجامت یا سینگی لگانے کا جو عمل انجام دیا جاتا ہے وہ بھی کرہ ہوا کے دباؤ کے دور کر دینے کا نتیجہ ہے۔اس کو انجام دینے کے لئے شکل ۱۷۹ا جیسا آلہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔اوپر کا حصہ مضبوط ربڑ کا ایک جوفہ ہے اور نیچے کا حصہ شیشے کا گلاس کی شکل پر ہے۔جس حصۂ بدن پر سینگی لگانا ہو اس پر گلاس رکھ دیتے ہیں اور جوفے کو دباتے ہیں۔جس وقت جوفے کو چھوڑ دیتے ہیں تو وہ اپنی اصلی حالت پر آ جاتا ہے، لیکن اس کی وجہ سے ایک جزئی خلا پیدا ہو جاتا ہے۔پس اگر حصہ بدن پر شگاف دیا گیا ہے تو ظرف میں خون آ جاتا ہے۔

شکل ۱۷۹ا

گیسوں کی تغلیظ پذیری | اگر ہم کسی مائع کے حجم کو دباؤ ڈال کر کم کرنا چاہیں تو ذرا سا تغیر پیدا کرنے کے لئے بھی زبردست دباؤ کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن گیسوں کا عمل اس کے بالکل برخلاف ہے۔ ہوا کے کسی حجم کو اتنا دبانا ممکن ہے کہ اس کا حجم ایک ثلث یا ایک عشر رہ جائے۔ لیکن جب یہ دباؤ دور کر دیا جاتا ہے تو ہوا اپنے اصلی حجم پر واپس آ جاتی ہے۔موٹروں کے ٹائر عام طور سے ہوا سے بھرے جاتے ہیں۔جتنی ہوا ٹائر میں بھری جاتی ہے اس کے مقابلے میں ٹائر کا حجم بہت تھوڑا بڑھتا ہے۔البتہ بیرونی ہوا جو اندر داخل کی جاتی ہے اس کو مقابلۃً بہت قلیل جگہ میں جانا پڑ جاتا ہے۔اس لئے جتنی ہوا زیادہ بھرتے جاتے ہیں اس کا دباؤ بڑھتا جاتا ہے۔

گیس کے دباؤ اور حجم میں علاقہ۔کلیہ بائل | گیس کے کسی معین حجم اور ظرف کی دیواروں پر اس کے دباؤ کے درمیان جو علاقہ ہے اس کو سب سے پہلے بائل نے تحقیق کیا تھا اس لئے یہ علاقہ اس کے نام پر کلیہ بائل کہلاتا ہے۔کلیہ حسب ذیل ہے :۔

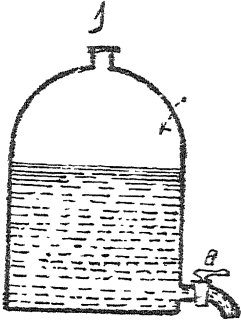
مستقل تپش پر کسی گیس کی ایک معین کمیت کا حجم عمل کرنے والے دباؤ کے بالعکس متناسب ہوتا ہے۔یعنی

د ح = مستقل، جہاں د = گیس کا دباؤ

اور ح = " " حجم

دباؤ اعلیٰ ہوں اور تپشیں پست ہوں تو یہ کلیہ تقریبی حد تک صحیح ہوتا ہے۔اس کلیہ کا تعلق چونکہ حرارت سے بھی ہے اس لئے اس کی پوری تفصیل ہم کتاب الحرارت میں بیان کریں گے۔یہاں صرف

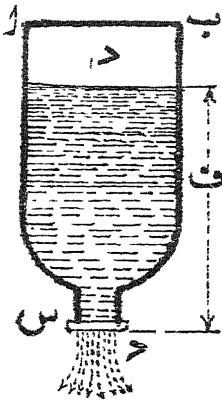
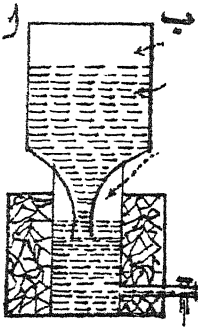
اس کلیہ کے چند اطلاقات بیان کرنے پر اکتفا کرتے ہیں۔

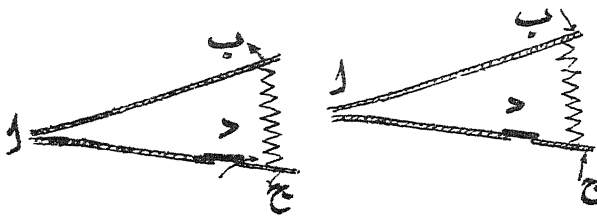
کلیہ بائل کے اطلاقات (ا) فرض کرو کہ حسب شکل ۱۸۰ ایک ظرف میں جس میں ایک ٹونٹی لگی ہو، مٹی کا تیل بھرا ہوا ہے۔ اب اس کا منہ ا پر بند کر دو تاکہ وہ ہوا بند ہو جائے پھر ٹونٹی کو کھولو۔ تیل بہت تھوڑا سا خارج ہوگا۔ تیل کے خارج ہونے سے ظرف کے اندر تیل کے اوپر کی ہوا کا حجم بڑھ جاتا ہے اور اس کلیہ بائل کی رو سے اس کا دباؤ گھٹ جاتا ہے۔ پس جس وقت اندرونی دباؤ بیرونی دباؤ سے کم ہو جائے گا اسی وقت ٹونٹی سے تیل بہنا بند ہو جائے گا۔ اب اگر ڈاٹ ا کھول دی جائے تو اندرونی دباؤ بیرونی دباؤ کے مساوی ہو جائے گا اور اس لئے ٹونٹی سے تیل بآسانی بہنے لگے گا۔

شکل ۱۸۰

ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں تیل پر دباؤ کرہ کا ہے

(۱۱) صراحی کا قہقہہ :- کسی بوتل کی گردن اگر تنگ ہو تو اس میں سے کسی رقیق شے کا انڈیلنا ہمیشہ دقت کا باعث ہوتا ہے۔ اس کو شکل ۱۸۱ میں واضح کیا گیا ہے۔ فرض کرو کہ د پر مائع کے اوپر ہوا کرہ ہوائی کے دباؤ پر موجود ہے۔ تو صرف مائع کا وزن ہی مائع کا بہاؤ پیدا کر دے گا۔ لیکن جیسے جیسے مائع بہتا جائے گا فضا د کا حجم بڑھتا جائے گا اور اس لئے اس کا دباؤ گھٹتا جائے گا۔ اس لئے کچھ مدت کے بعد توازن قائم نہ رہ سکے گا کیونکہ مائع کا خاصہ ہے کہ ایک مرتبہ حرکت میں آنے کے بعد وہ نہیں رکتا تاآنکہ کوئی روکنے والی قوت عمل نہ کرے۔ بنابریں مائع کا بہاؤ بند ہو جائے گا۔ بند ہوتے ہی مزید ہوا بوتل کے منہ سے داخل ہونے کے لئے حرکت کرے گی۔ اس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ فضا د کا دباؤ بڑھ جائے گا یعنی توازنی قیمت سے زیادہ ہو جائے گا۔ پس بہاؤ

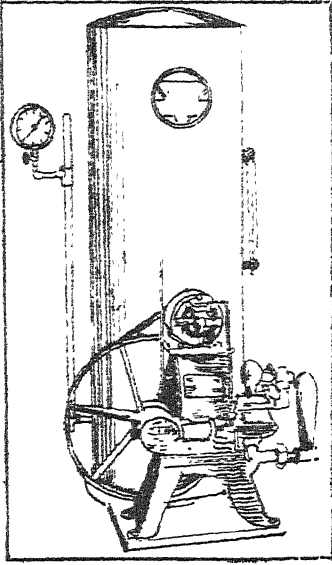
شکل ۱۸۱

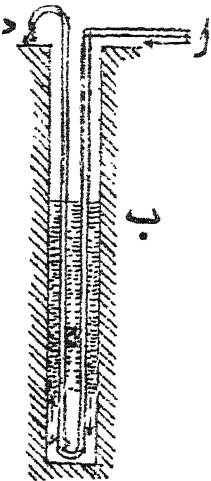
پھر جاری ہو جائے گا۔ ہوا کا اس طرح داخل ہونا ہی "صراحی کا قہقہہ" کہلاتا ہے۔ اگر یہ آواز بند کرنا ہو اور بہاؤ مسلسل حاصل کرنا ہو تو ڈاٹ میں ایک نلی لگا دینا چاہئے۔ ہوا اس میں سے ہو کر اندر داخل ہو جائے گی۔

(iii) سرد آبہ :۔ یہ ایک آلہ پینے کے پانی کو ٹھنڈا رکھنے کے لئے ہوتا ہے۔ اس میں ایک بوتل ا ب ہوتی ہے (شکل ۱۸۲) جس کی گردن ج د پتلی ہے۔ اس کو الٹا رکھا گیا ہے۔ بوتل کے بالائی حصے میں ہوا فضائی دباؤ پر ہے۔ وہ ٹونٹی میں سے تھوڑا پانی نکل جانے دیتی ہے۔ جب پانی نکل جاتا ہے تو بوتل کے منہ میں سے مزید ہوا اندر داخل ہو جاتی ہے۔ جیساکہ اوپر بیان ہو چکا ہے۔

شکل ۱۸۲

(iv) دھونکنی :۔ کاریگر جس قسم کی دھونکنی عام طور پر استعمال کرتے ہیں اس میں دو چوبی تختے ب اور ج ہوتے ہیں، جن کے بیچ میں چمڑا ہوتا ہے اور د پر ایک صمام ہوتا ہے۔ اپر دونوں تختوں کے درمیان ایک چھوٹا سا سوراخ ہوا گزرنے کے لئے چھوڑ دیا جاتا ہے۔

شکل ۱۸۳

جب تختے ب اور ج باہر کی جانب کھینچے جاتے ہیں تو اندر کی ہوا پھیل جاتی ہے اس لئے اس کا دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ پس باہر سے ہوا صمام د کے ذریعہ اندر داخل ہوتی ہے۔ جب تختے ب اور ج اندر کی طرف دبائے جاتے ہیں تو اندرونی ہوا کا حجم گھٹ جاتا ہے لہذا اس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ بنابریں صمام د بند ہو جاتا ہے۔ اب ہوا کے نکلنے کے لئے صرف سوراخ ا باقی رہ جاتا ہے۔ سوراخ اتنا چھوٹا ہوتا ہے کہ صمام کے مقابلے میں اس میں سے ہوا کے داخلہ کا امکان بہت کم ہوتا ہے۔

(v) بادابی ٹنکی :۔ مزرعہ وغیرہ کے استعمال کے لئے پانی کو جمع کرنے کا جدید ترین طریقہ مخلط ہوا والی پانی کی ٹنکی ہے۔ یہ ٹنکی (شکل ۱۸۴) ہوا بند اور فولاد کی بنی ہوتی ہے۔ بھاپ کے جوشدان سے شکل میں مشابہ ہوتی ہے۔ کسی مناسب عمارت کے زیریں حصہ میں اس کو رکھ دیا جاتا ہے، جہاں پانی کے جمنے کا اندیشہ نہ ہو۔ اس ٹنکی کو کسی قوت پمپ سے ملا دیا جاتا ہے۔ جب نکاس نل بند کر دیا جاتا ہے تو آمد کے نل سے پانی ٹنکی میں پمپ کیا جاتا ہے۔ شروع میں ٹنکی ہوا سے بالکل بھری ہوتی ہے۔ جتنا پانی ٹنکی

میں چڑھتا جاتا ہے ہوا اتنی ہی دبتی جاتی ہے۔ جب پانی ٹنکی میں آدھا بھر جاتا ہے تو ہوا اپنے ابتدائی حجم کا نصف رہ جاتی ہے۔ اس لئے اس کا دباؤ دگنا ہو جاتا ہے۔ اب اگر اس سے بھی زیادہ پانی داخل کیا جائے تو مقید ہوا کا دباؤ اور بھی بڑھ جاتا ہے اس لئے پانی کا داخل کرنا دشوار تر ہوتا جاتا ہے۔ اس طرح جو دباؤ ہم چاہیں ٹنکی کے اندر قائم رکھ سکتے ہیں۔ جب عمارت کے حصہ میں کوئی ٹوٹی کھول دی جاتی ہے تو اس مقید ہوا کا دباؤ پانی کو ٹنکی سے نکال دیتا ہے۔ پانی جب بہنے لگتا ہے تو مقید ہوا کا حجم بڑھنے لگتا ہے اور اس کا دباؤ گھٹنے لگتا ہے۔ یہاں تک کہ جب ٹنکی قریب قریب خالی ہوتی ہے تو یہ دباؤ بہت کم ہوتا ہے۔ لیکن دوبارہ بھرنے پر پھر ہی دباؤ قائم ہو جاتا ہے۔

شکل ۱۸۴

(۱۱۷) دبی ہوا والے مرفاع :- دبی ہوئی حالت میں ہوا میں جو قوت ہوتی ہے اس سے اکثر گہرے کنوؤں سے پانی نکالنے کا کام لیا جاتا ہے۔ اگر ہوائی مغلطہ موجود ہو تو کام بہت آسان ہو جاتا ہے۔ پانی کا ایک نل ج د جو دونوں سروں پر کھلا ہوتا ہے (شکل ۱۸۵) کنوئیں میں اُتار دیا جاتا ہے۔ ایک چھوٹا نل ا ج اپنے نیچے والے سرے پر مغلط ہوا داخل کرتا ہے۔ یہ سرا پانی کی سطح سے کافی نیچے ہوتا ہے۔ ج پر نکلنے والی ہوا، نلی ج د میں اُٹھتی ہے تو اپنے ساتھ پانی کو لے جاتی ہے۔ یہ پانی زمین کی سطح سے اوپر ایک ٹنکی میں گرتا ہے۔ یہاں ہوا کے بلبلے نکل جاتے ہیں ؛

شکل ۱۸۵

بائیسواں باب

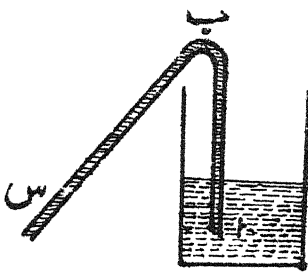
سیالی مشینیں و دیگر اطلاقات

نالچہ | یہ آلہ شکل ۱۸۶ میں دکھلایا گیا ہے۔ یہ شیشے کی ایک نلی پر مشتمل ہوتا ہے جس کے وسط میں ایک جوفہ ہوتا ہے۔ ایک سرے پر تنگ سوراخ ہوتا ہے۔ ایک ظرف سے دوسرے ظرف میں مائع کو منتقل کرنے کے لئے اس آلہ کو استعمال کرتے ہیں۔ جب مائع کو منتقل کرنا ہوتا ہے اس میں نالچہ کا سوراخدار سرا داخل کرتے ہیں اور دوسرے سرے پر منہ لگا کر مائع کھینچتے ہیں۔ جب کافی مائع نلی کے اندر آجاتا ہے تو منہ ہٹا کر اس سرے کو انگلی سے بند کر دیتے ہیں اور پھر مائع میں سے نالچہ کو نکال لیتے ہیں۔ سوراخ پر جو فضائی دباؤ عمل کرتا ہے وہ مائع کو گرنے نہیں دیتا۔ پھر جس ظرف میں مائع منتقل کرنا ہے اس میں نالچہ کا سرا رکھ کر انگلی ہٹا لیتے ہیں تو مائع بہہ کر نکل جاتا ہے۔ اور اگر دوسرے سرے سے ہوا پھونکیں تو اور تیزی سے نکل جاتا ہے۔

اکثر صورتوں میں نلچے ایک معین مقدار مائع کو منتقل کرنے کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں۔ ایسی صورت میں اُن کے بالائی حصے پر ایک نشان کندہ ہوتا ہے۔ اس نشان تک جب مائع بھر جاتا ہے تو اُس کا حجم جوفہ پر لکھا رہتا ہے۔

۲۵ مکعب سم

شکل ۱۸۶

سیفن | سیفن سے مراد وہ آلہ یا مشین ہے جس کی مدد سے ہم مائع سے بھرے کسی ظرف کو بغیر ظرف کو حرکت دیئے خالی کر سکتے ہیں۔

یہ سادہ سی مشین ایک نلی ا ب س پر مشتمل ہوتی ہے جو دونوں سروں پر کھلی ہوئی ہے۔ اس نلی کو پانی سے یا جو بھی مائع ہو اس سے بھر دیتے ہیں اور عارضی طور پر اس کے سرے بند کر دیتے ہیں۔ اب سرے ا کو مائع کے اندر اُتار دیتے ہیں اور سرے س کو ظرف سے باہر رکھتے ہیں۔ لیکن مائع کی سطح

شکل ۱۸۷

سے نیچے۔ اب سرے ا اور ج کو کھول دو۔ تو اسے س تک سیفن میں سے بہہ کر پانی نکل جائے گا۔
سیفن کے عمل پر غور کرنے کے لئے فرض کرو کہ

ث = ظرف کے اندر مائع کی کثافت ح = متناظر (یعنی اُسی مائع کے) بارپیما کی بلندی

لا = ظرف کے مائع کی سطح سے س کی گہرائی

تو ڈاٹ کی بالائی جانب دباؤ = ج ث ح + ج ث لا [دیکھو باب ۱۱]

اور " " زیریں " " = کرہ ہوا کا دباؤ = ج ث ح

∴ بالائی جانب دباؤ ۔ زیریں جانب دباؤ = ج ث لا

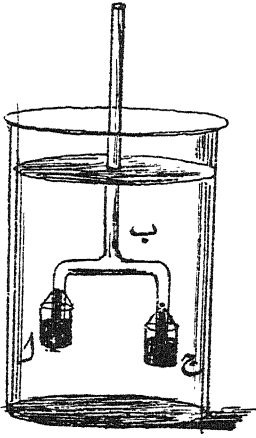
اگر ڈاٹ حرکت کرنے میں آزاد ہو تو یہی قوت ڈاٹ کو نکال دے گی اور اس کے ساتھ پانی کو بھی بہا دے گی۔

س پر پانی کے خارج ہونے سے ب پر جزئی خلا پیدا ہو جاتا ہے۔ لہذا ظرف کے اندر مائع کی سطح پر فضائی دباؤ مائع کو نلی ا ب پر لے جاتا ہے۔ اس سے مائع کا بہاؤ مسلسل رہتا ہے اور سیفن میں سے مائع بغیر انقطاع نکلتا رہتا ہے۔

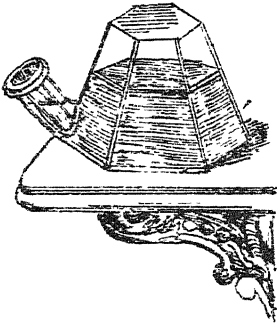
ہم نے یہ فرض کر لیا ہے ب کی بلندی متناظر بارپیمائی بلندی ح سے کم ہے۔ اگر کم نہ ہو تو لازم آئے گا کہ ب س کے درمیان جو پانی ہے وہ س سے خارج ہو جائے اور ا ب، میں جو پانی ہے وہ پھر ا میں واپس چلا جائے۔

اگر س مائع کی سطح سے اوپر ہو تو سیفن عمل نہ کرے گا۔ کیونکہ زیریں جانب قوت اس صورت میں بالائی قوت سے زیادہ ہو جائے گی۔ اس لئے ڈاٹ باہر نکلنے کی بجائے اندر ہو جائے گی ایک مرتبہ جاری ہونے کے بعد سیفن خود عمل کرتا رہتا ہے۔ اس کے لئے جاذبی قوت کافی ہوتی ہے۔ سابق میں بیان کردہ مسئلہ طریسلی سے ہم سیفن میں سے بہتے ہوئے مائع کی رفتار معلوم کر سکتے ہیں۔

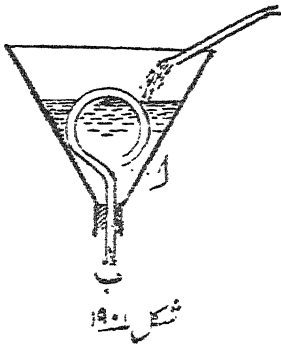
سیفن کے اطلاقات اب ہم ذیل میں چند توضیحی مثالیں بیان کرتے ہیں:۔

(۱) **سیمابی سیفن**:۔ تین بازو والی شیشے کی ایک نلی ا ب ج (شکل ۱۸۱) لی جاتی ہے۔ نیچے کے دونوں بازوؤں میں سے ایک بازو ج دوسرے بازو ا سے بڑا ہے۔ یہ دونوں پارے کے دو برتنوں میں ڈوبتے ہیں۔ پوری نلی کو پانی کے ایک منقارے میں اُتار دیا جاتا ہے۔ اس طرح بازو ب ہوا کے لئے کھلا رہتا ہے۔

جتنا ہم نلی کو اُتارتے ہیں اُتنا ہی پانی کا دباؤ
بڑھتا جاتا ہے۔ یہ دباؤ پارے کو بازوؤں ج اور
ا میں چڑھا دیتا ہے۔ تاآنکہ پارا افقی حصہ پر سے
ہو کر ایک بازو سے دوسرے بازو میں جا ملتا ہے۔
اس طرح دونوں بازوؤں میں پارا مسلسل ہو جاتا
ہے۔ شکل میں پارا ا سے ج کی طرف افقی حصہ
ب کو بھرتا ہوا چلا جائے گا۔ ایسی صورت میں ا
سے ج تک نلی ایک سیفن بن جاتی ہے اور پارا
برابر ا سے ج تک بہنے لگتا ہے۔

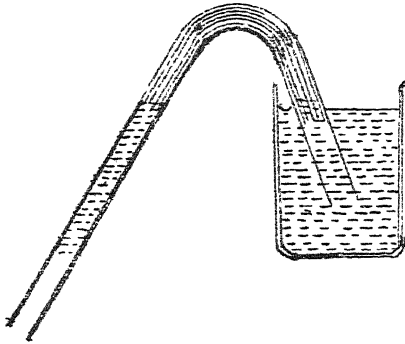
شکل ۱۸۸

(ii) سیفنی دوات:۔ اس قسم کی دوات سے
جلد جلد تبخیر نہیں ہونے پاتی۔ ہوا کے دباؤ اور ہوا کی لچک کی مزید توضیح اس دوات سے ہوتی ہے۔
یہ دوات شیشے کی ہوتی ہے۔ اس کی شکل مقطوع ہرم کی سی ہوتی ہے۔ (شکل ۱۸۹) جو چاروں طرف سے
بند ہوتی ہے۔ لیکن پیندے کے قریب ایک سوراخ ہوتا
ہے جس میں ایک نلکی سی لگی ہوتی ہے جو ہمیشہ کھلی رہتی
ہے۔ دوات میں تھوڑی روشنائی بھری ہوتی ہے۔ اس
روشنائی کے اوپر ہوا رہتی ہے۔ دوات کے اندر روشنائی
کی سطح نلکی والی روشنائی کی سطح سے بلند تر ہوتی ہے۔
جب لکھتے لکھتے روشنائی صرف ہو جاتی ہے تو نلکی میں
اس کی سطح گرنے لگتی ہے۔ یہاں تک کہ وہ س سے نیچے
ہو جاتی ہے۔ اس وقت ہوا کا ایک بلبلہ اندر چلا جاتا

شکل ۱۸۹

ہے جس سے اندرونی ہوا کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ اس لئے اندرونی سطح روشنائی کی اُترنے لگتی ہے اور
نلکی میں سطح چڑھنے لگتی ہے۔ یہ اس وقت تک ہوتا رہتا ہے۔ جب تک کہ اندرونی سطح س تک
نہ آجائے۔ اس وقت مزید روشنائی ڈالی جاتی ہے۔ جس کے لئے دوات قدرے ترچھی رکھی
جاتی ہے۔

(iii) وقفہ دار سیفن:۔ کاسۂ طنطالوس۔ شکل ۱۹۰ میں جو سیفن دکھلایا گیا ہے اس کو وقفہ دار

سیفن یا کاسۂ طنطالوس کہتے ہیں۔ جب اس کاسہ میں پانی
نا بھر جاتا ہے کہ سیفن ڈھک جائے، اس وقت سیفن کا عمل
شروع ہوتا ہے اور پھر پانی بہتا رہتا ہے یہاں تک کہ کل برتن
خالی ہو جاتا ہے۔ برتن پھر بھر جاتا ہے اور پھر یہی عمل ہوتا ہے۔

شکل ۱۹۰

۱۷) خود کار سیفن :۔ سیفن کو خود کار بنانے کے لئے چند شعری
نلیاں لی جاتی ہیں، جن کے قطر ۲ء۰ مم سے ۱ مم تک ہوتے ہیں۔
ان کو شیشے کی ایک سیدھی نلی میں داخل کرتے ہیں اور پھر کل
کو موڑ کر شکل ۱۹۱ کی طرح بنا لیتے ہیں۔ سیفن کے لمبے بازو میں تھوڑا سا موم روغن (۱۰ حصہ رال ۶ حصہ
سیلیس) کھینچنے سے دیواروں پر موم کی
ایک ہلکی تہہ چڑھ جاتی ہے۔ شعری نلیوں میں
پانی چڑھتا ہے اور لمبے بازو میں قطرہ قطرہ پہنچتا
ہے۔ وہاں موم کی وجہ سے رُک جاتا ہے۔ رفتہ
رفتہ اتنا پانی جمع ہو جاتا ہے کہ وہ برتن میں
سے مائع کو خم پر سے کھینچ سکتا ہے۔ جب ایک
مرتبہ یہ عمل شروع ہو جاتا ہے تو پھر معمولی سیفن
کی طرح عمل ہوتا رہتا ہے۔

شکل ۱۹۱

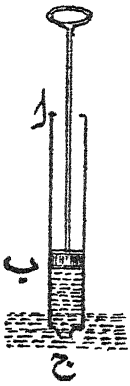
صمام اکثر ماسکونی مشینوں میں صماموں کا استعمال کیا جاتا ہے۔ صمام گویا ایسا دروازہ ہے جو
ایک ہی طرف سے کھلتا ہو۔ اس طرف اگر دباؤ کی زیادتی ہو تو صمام کھل جاتا ہے اور سیال کو
گزر جانے دیتا ہے۔ جب دباؤ دوسری طرف زیادہ ہو جاتا ہے تو اس سے صمام بند ہو جاتا ہے اور سیال
کا بہاؤ رُک جاتا ہے۔

صمام کی سادہ ترین صورت آویزاں پردے والا صمام ہے۔ اس میں ایک چپٹی قرص ہوتی ہے۔
جس کے بالائی کنارے پر قبضے لگے ہوتے ہیں جن کی بدولت وہ ایک منفذ کو کھول یا بند کر دیتی ہے۔
معمولی دھونکنی میں یہ پردہ چمڑے کا ایک ٹکڑا ہوتا ہے۔ جب دھونکنی میں ہوا بھری جاتی ہے تو یہ
پردہ اُٹھ جاتا ہے اور ہوا کو اندر آنے دیتا ہے۔ لیکن جب دھونکنی کو دباتے ہیں تو یہ پردہ بند ہو جاتا
ہے۔ اور ہوا کو پھر نالی میں سے گزرنا پڑتا ہے۔ کبھی صمام گولی کی شکل میں ہوتا ہے جو کسی منفذ پر

ٹھیک ٹھیک بیٹھتی ہے اور کبھی اس کی کوئی اور شکل ہوتی ہے۔ لیکن ہر صورت میں عمل ایک ہی سا ہوتا ہے۔

پانی اور ہوا کے پمپوں میں یہ صمام بکثرت مستعمل ہیں۔

آبی پمپ

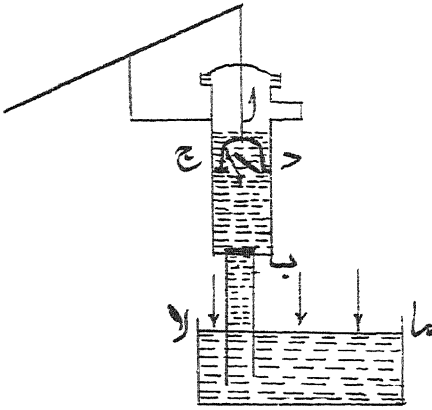
پچکاری | پانی اٹھانے کے لئے سادہ ترین پمپ پچکاری ہوتا ہے۔ پچکاری ایک مجوف اسطوانہ اب پر مشتمل ہوتی ہے (شکل ۱۹۲۷) جس میں ایک ہوا بند فشارہ ہوتا ہے۔ اسطوانہ کا زیریں سرا ایک ٹوٹی ج پر ختم ہوتا ہے۔ اسی ٹوٹی کو پانی کے اندر رکھتے ہیں۔

جب پانی کھینچنا ہوتا ہے تو ٹوٹی کو پانی کے اندر رکھکر فشارہ اوپر کھینچتے ہیں۔ پانی کی بالائی سطح پر جو ہوائی دباؤ عمل کرتا ہے وہ پانی کو ٹوٹی میں سے اوپر چڑھا دیتا ہے۔ تاکہ فشارہ سے جو جگہ خالی ہوئی ہے وہاں پانی بھر جائے۔ پس جتنا فشارہ کو اوپر کھینچیں گے اُتنا ہی اوپر پانی اُٹھے گا۔

شکل ۱۹۲۷

پمپوں کا اصول | پچکاری اور دیگر ذیل کے پمپوں کا اُصول عمل استصاص ہے۔ اس عمل سے مطلب یہ ہے کہ جس فضا تک کسی مائع کی رسائی ہو اس کے حجم کو بڑھا دیا جائے۔ اس سے فضا کے اندر دباؤ کم ہوتا ہے اور پھر ہوائی دباؤ مائع فضا کے اندر داخل کر دیتا ہے۔ یہاں تک کہ توازن قائم ہو جائے۔

پھیپھڑوں میں بھی ہوا اسی طرح پہنچتی ہے۔ سینے کے عضلات پھیپھڑوں کو پھیلا دیتے ہیں۔ اندر دباؤ کم ہو جاتا ہے اس لئے ہوا داخل ہو جاتی ہے۔ کسی نلی کے ذریعہ سے پانی پینے میں بھی یہی اصول کام کرتا ہے۔ پانی پینے والا اپنے منہ اور نلی کے بالائی حصے کی ہوا کو پھیلا دیتا ہے جس سے دباؤ کم ہو جاتا ہے اور اس لئے ہوائی دباؤ پانی کو نلی میں چڑھا دیتا ہے۔

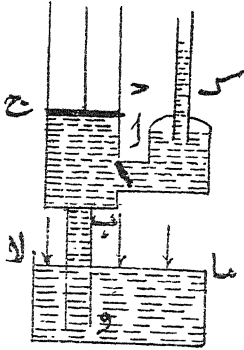
عام پمپ یا استصاصی پمپ | شکل ۱۹۳۱ میں استصاصی پمپ کا ایک خاکہ دیا گیا ہے۔ ا اور ب پر دو صمام ہیں۔ یہ اس طرح کے بنے ہیں کہ یہ صرف اوپر کی جانب کھل سکتے ہیں۔ ج د فشارہ ہے۔ جب فشارہ اوپر کی طرف حرکت کرتا ہے تو حوض ہی سے پانی ہوا کے دباؤ کی وجہ سے نل میں

چڑھنے لگتا ہے اور صمام ب کو کھول کر اندر داخل ہو جاتا ہے۔ جب فشارہ نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے

شکل ۱۹۳

تو ا اور ب کے درمیان پانی صمام ب کو بند کر دیتا ہے اور صمام ا کو کھول دیتا ہے اور پانی فشارے کے اوپر آجاتا ہے جب فشارہ پھر اوپر کی طرف اُٹھایا جاتا ہے تو صمام ا بند ہو جاتا ہے اس لئے جو پانی اوپر رہ گیا تھا وہ فشارہ کے ساتھ ساتھ اُٹھتا ہے یہاں تک کہ ٹونٹی میں سے نکل جاتا ہے۔ فشارہ کو برابر اوپر نیچے چلانے سے پانی برابر نکلتا رہتا ہے۔

خشک موسم میں اکثر اس کی ضرورت ہوتی ہے کہ پمپ میں تھوڑا پانی پہلے سے ڈالا جائے تو فشارہ ج د ہوا بند ہو سکے۔ اگر ایسا نہیں کیا جاتا تو پمپ کام نہیں دیتا۔

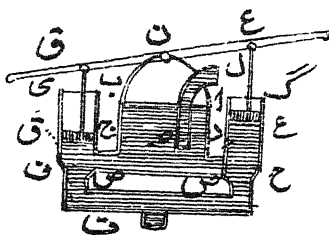
کنستروں میں سے مٹی کے تیل کو نکالنے والا آلہ یہی امتصاصی پمپ ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ اور بھی مختلف صورتوں میں امتصاصی پمپ کام میں لایا جاتا ہے۔ مثلاً کنوئیں یا باؤلی سے پانی نکالنے کے لئے امتصاصی پمپ کو افرازندہ پمپ بھی کہتے ہیں۔ چونکہ ب تک پانی ہوائی دباؤ کی بدولت پہنچتا ہے اس لئے پانی کی سطح لاہا سے ب کی بلندی آبی بار پیما کی بلندی سے زیادہ نہ ہونا چاہیئے ورنہ پانی ب تک پہنچے ہی گا نہیں۔ یہ بلندی ۳۴ فٹ کے قریب ہے۔ لیکن عملاً ۲۰ یا ۲۶ فٹ سے زیادہ بلندی نہیں رکھتے۔ کیونکہ اس سے زیادہ بلندی رکھنے میں خلا کامل نہیں ہوتا۔

داب پمپ | اس قسم کے پمپ میں ہوا کا دباؤ پانی کو نہیں اُٹھاتا، بلکہ اترتے وقت فشارہ جس قوت سے پانی کو دباتا ہے وہی قوت پانی کو اُٹھاتی ہے۔ اسی واسطے امتصاص پمپ کے برخلاف داب پمپ کے فشارہ میں کوئی صمام نہیں ہوتا۔ شکل ۱۹۴ میں ایک داب پمپ دکھلایا گیا ہے۔ یہ پمپ بھی ایک اسطوانہ ا ب پر مشتمل ہوتا ہے۔ جس میں ایک فشارہ یا غواص ج د ہے۔ ب و نل ہے جس میں ب پر ایک صمام ہے۔ دوسرا صمام اسطوانہ کے بازو میں ا پر ہے۔ جب ج د کو اوپر اُٹھایا جاتا ہے تو صمام ا بند ہو جاتا ہے اور ب کھل جاتا ہے۔ اس سے اسطوانہ میں

شکل ۱۹۴

پانی داخل ہو جاتا ہے۔ جب فشارہ نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے تو صمام ب بند ہو جاتا ہے اور صمام ا کھل جاتا ہے اور فشارہ کے زور سے پانی کی نکاسی ہوتی ہے۔ ایسے پمپوں میں ایک ہوائی "گدی" بھی رکھی جاتی ہے جیساکہ ک پر ہے۔ تاکہ فشارہ کی حرکت معکوس ہو جانے پر پمپ کو کوئی نقصان نہ پہنچے ہوتا یہ ہے کہ پانی باری باری سے جوآتا اور بند ہوتا ہے اس سے ایک صدمہ پہنچتا ہے اور ہوائی گدیاں ایسے صدموں کو جذب کر لیتی ہیں۔

ایسا پمپ جس بلندی تک پانی کو لے جا سکتا ہے اس کا انحصار پمپ کی استعداد اور صماموں کی طاقت پر ہوتا ہے۔ چنانچہ ایسے پمپ سے پانی کو ۳۰۰ فٹ تک بلا اندیشہ چڑھایا جا سکتا ہے۔

پمپوں کے اطلاقات داب پمپ کو مختلف طریقوں سے آج کل استعمال کیا جاتا ہے۔ چنانچہ ذیل میں ہم چند اطلاقات بیان کرتے ہیں:۔

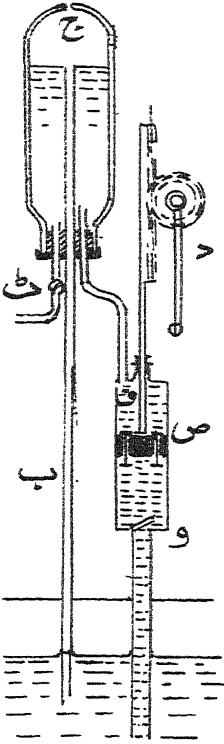
(۱) آتش فرو انجن یا دمکل یہ انجن اصولاً دو داب پمپوں پر مشتمل ہوتا ہے جیساکہ شکل ۱۹۵ میں دکھلایا گیا ہے۔ ی ف اور گ ح دو پمپ ہیں جن کے فشارے ق قَ اور ع عَ ہیں۔ جو دو صماموں کے ذریعہ پانی کو ایک بڑے ہوادان میں پہنچاتے ہیں۔ اس ہوادان میں ایک لچکدار نل مڑا لگا ہوتا ہے جس کا طول حسب ضرورت ہوتا ہے۔ اور جس کی مدد سے پانی ہر سمت پھینکا جا سکتا ہے۔

شکل ۱۹۵

دونوں پمپوں کو چلانے کے لئے ایک بیرم ع ن ق ہوتا ہے جس کا نصاب ن پر ہوتا ہے۔ اس طرح چلانے سے ایک پمپ اوپر جاتا ہے تو دوسرا نیچے۔ ت پر امتصاصی نل ہوتا ہے۔ جو پمپوں کو پانی بہم پہنچاتا ہے۔

جب فشارہ ع عَ اوپر اٹھتا ہے تو پمپ گ ح بھر جاتا ہے۔ ع عَ کے نیچے اترنے سے صمام ح بند ہو جاتا ہے اور پھر صمام ص کے ذریعہ پانی ہوادان میں داخل ہوتا ہے۔ ہوادان میں جو پانی ہوگا وہ صمام صَ کو بند کر دے گا۔ ع عَ کے اترتے وقت ق قَ اوپر جائے گا اس لئے صمام صَ کے ذریعہ وہ ہوادان میں پانی پہونچائے گا۔ یہی وجہ ہے کہ ہوادان میں پانی کے اوپر کی ہوا بہت دب

جاتی ہے اوراس لئے وہ پانی نل کو مرل کے ذریعہ بڑی رفتار سے پھینکتی ہے۔

(۱۱) پٹرول پمپ :- مائعوں کے حجم دریافت کرنے کے لئے اکثر پمپ کام میں لائے جاتے ہیں۔ چنانچہ آج کل زمین دوز حوضوں سے پٹرول کھینچنے کے لئے جو پمپ استعمال کئے جاتے ہیں وہ اس کی بہترین مثال ہے۔ چنانچہ شکل ۱۹۶ میں ایک پٹرول پمپ دکھلایا گیا ہے۔

شکل ۱۹۶

جب دستہ د کو گھماکر فشارہ ف چلایا جاتا ہے تو صمام ص بند ہو جاتے ہیں اور و پر صمام کھل جاتا ہے۔ پس حوض میں سے پٹرول اوپر چڑھ آتا ہے۔ جب غواص نیچے جاتا ہے تو و خود بخود بند ہو جاتا ہے اس لئے پٹرول حوض میں واپس نہیں جاسکتا۔ ساتھ ہی اس کے صمام ص کھل جاتے ہیں اور پٹرول بجبر ظرف ا میں داخل ہوتا ہے۔ ا میں جو ہوا ہوتی ہے وہ منفذ ج سے خارج ہو جاتی ہے۔ جب ا ایک مقررہ نشان تک بھر جاتا ہے تو زائد پٹرول نل ب سے ہو کر پھر حوض میں پہنچ جاتا ہے۔ ا سے پٹرول لینے کے لئے ڈاٹ ٹ کام میں لاتے ہیں۔

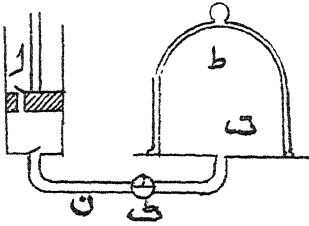
(۱۱۱) دوران خون :- واب پمپ کے اصول کی ایک دلچسپ مثال دوران خون میں ملتی ہے۔ پمپ میں یہ ہوتا ہے کہ ایک استوار فشارہ ایک استوار اسطوانہ میں اُترتا ہے اور پانی کو نلوں کے ذریعہ باہر پھینکتا ہے۔ پمپ کے فشارہ کو حرکت میں لانے کے لئے جس قوت کی ضرورت ہوتی ہے وہ پمپ سے خارج کسی بیرونی مبدء سے حاصل ہوتی ہے۔ بائیں بطن سے خون جس طرح نکلتا ہے اس سے اور پمپ سے پانی نکلنے سے قدرے فرق ہے۔ قلب میں یہ ہوتا ہے کہ بطن کی لچکدار عضلاتی دیواریں منقبض ہوتی ہیں اور خون کو شرائین اور عروق شعریہ میں دوڑا دیتی ہیں۔ اس عضلاتی کام کے لئے جس توانائی کی ضرورت ہوتی ہے وہ ان اشیاء کی توانائی بالقوہ سے حاصل ہوتی ہے جو خون قلب تک لاتا ہے۔

ہوائی پمپ

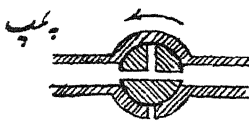
ہوا پمپ | ہوا پمپ وہ آلہ ہے جس کی مدد سے ظرف کے اندر گیس کے دباؤ کو کم یا بیش کیا جاسکتا ہے۔

اگر دباؤ کم کیا جائے گا تو گیس لطیف تر ہو جائے گی اس لئے دباؤ بہت ہی کم کر دیا جائے تو گیس بھی بہت لطیف ہو جائے گی۔ بالفاظ دیگر ظرف میں خلا ہو جائے گا۔ ایسے پمپ کو تلطیفی یا خلائی پمپ کہتے ہیں۔ اور اگر ظرف میں گیس کا دباؤ زیادہ کر دیا جائے تو پھر اسی پمپ کو تغلیظی یا تکثیفی پمپ کہتے ہیں۔

ہم ذیل میں ہر دو قسم کے پمپوں کا ذکر کریں گے۔

تلطیفی یا خلائی پمپ | ایسے پمپوں کی سادہ ترین مثال شکل ۱۹۷ میں دکھلائی گئی ہے۔ یہ پمپ ایک اسطوانہ ا ب پر مشتمل ہوتا ہے۔ اس میں فشارہ ا ہے جس میں حسب دستور ایک صمام ہے۔ دوسرا صمام اسطوانہ کی پینڈی میں ب پر ہے۔ یہ پینڈی ایک نلی ن سے ملی ہے جس کے بیچ میں ایک ڈاٹ ٹ ہے۔ نلی کے دوسرے سرے پر ایک گول تختی ت لگی رہتی ہے۔ اسی تختی پر ظرف ظ رکھا جاتا ہے

شکل ۱۹۷

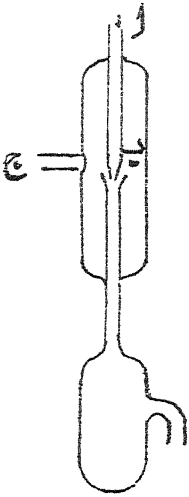
جس کو ہوا سے خالی کرنا مقصود ہوتا ہے۔ اس ظرف کو قابلہ بھی کہتے ہیں۔ یہ ظرف شیشہ کا ہوتا ہے۔ اور مرداتگ کی شکل کا ہوتا ہے۔ اس کا کنارہ خاص طور سے گھس کر بنایا جاتا ہے تاکہ تختی ت پر ٹھیک ٹھیک بیٹھ جائے۔ مرداتگ کے کنارے کنارے ویسلین وغیرہ بھی لگا دی جائے تاکہ ظرف بالکل ہوا بند ہو جائے۔

اس کا عمل یوں ہوتا ہے کہ جب فشارہ نیچے کی طرف جاتا ہے تو صمام ب بند ہو جاتا ہے اور صمام ا کھل جاتا ہے۔ پس جو ہوا کہ اسطوانہ میں ا اور ب کے درمیان ہوتی ہے وہ باہر فضا میں نکل جاتی ہے۔ جب فشارہ اوپر جاتا ہے تو صمام ب کھل جاتا ہے اور ا بند ہو جاتا ہے۔ پس اسطوانہ میں تھوڑی سی ہوا ظرف ظ سے کھنچکر آ جاتی ہے۔ دوبارہ جب فشارہ نیچے جاتا ہے تو یہی ہوا باہر نکل جاتی ہے۔ فشارہ کے پھر اوپر جانے پر تھوڑی سی ہوا ظرف سے اور کھنچ آتی ہے۔ اسی طرح یہ عمل ہوتا رہتا ہے تا آنکہ ظرف کے اندر جو ہوا باقی رہ جاتی ہے اس کا دباؤ اتنا نہیں ہوتا کہ صمام ب کو کھول سکے۔

ڈاٹ ٹ خاص ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۱۹۸ میں اُسے بڑا کر کے دکھلایا گیا ہے۔ شکل سے ظاہر ہے کہ پمپ ظرف سے ملا ہوا ہے۔ اگر ڈاٹ کو ہم پیکان کی

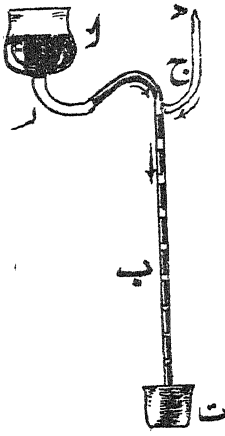
شکل ۱۹۸

سمت میں بقدر ۹۰° گھما دیں تو پمپ سے ظرف کا تعلق منقطع ہو جائے گا۔ لیکن پمپ کا تعلق فضا سے قائم ہو جائے گا۔ اگر ڈاٹ کو مزید ۹۰° میں گھما دیا جائے تو پھر فضا کا تعلق بجائے پمپ کے ظرف سے ہو جائے گا اس صورت میں خلا باقی نہ رہے گا۔

بعض پمپوں میں ایک کی بجائے دو اسطوانے ہوتے ہیں جن کو ایک ہی دستہ سے چلایا جاتا ہے۔ پس جب ایک کا فشارہ نیچے جاتا ہے تو دوسرا کا اوپر جاتا ہے۔ اس سے مردانگ کی ہوا کا اخراج یکسانیت سے ہوتا رہتا ہے۔

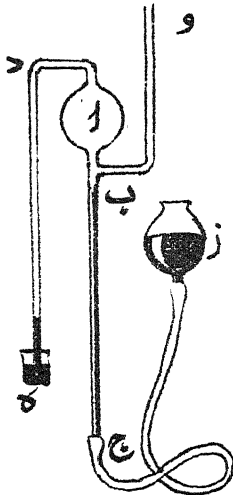
تقطیری پمپ | تلطیفی پمپ کی ایک اور مثال تقطیری پمپ میں ملتی ہے جس کو شکل ۱۹۹ میں دکھلایا گیا ہے۔ اس پمپ میں ایک نلی ا ہے جو پانی کے خزانہ سے ملی ہوئی ہے۔ اور ایک نلی ج ہے جو اس آلے یا ظرف سے ملی ہوتی ہے جس کو خالی کرنا مقصود ہوتا ہے۔ ا کے نیچے ایک دوسری نلی ب ہوتی ہے۔ جب ا میں پانی زور سے گزرنے دیا جاتا ہے تو وہ ایک دھار بن کر ب سے گزرتا ہے۔ یہ دھار ب کے بالکل قریب کی ہوا کو مقید کر لیتا ہے۔ اس طرح ہوا دھار کے ساتھ نکل جاتی ہے۔ چونکہ یہ عمل مسلسل ہوتا رہتا ہے اس لئے تھوڑی دیر میں ہوا بہت خالی ہو جاتی ہے۔ یہاں تک کہ دباؤ ۲ سم پارے کا دباؤ رہ جاتا ہے۔ اس پمپ کے لئے یہی انتہا ہے۔ اس سے زیادہ کمی یہ پمپ نہیں پیدا کر سکتا۔ زیادہ خلا پیدا کرنا ہو تو اس کے لئے دوسرے پمپ استعمال کئے جاتے ہیں۔

شکل ۱۹۹

سیمابی ہوا پمپ | جو پمپ ہم نے اوپر بیان کئے ہیں اُن میں اعلیٰ خلا پیدا کرنا بوجہ تراوش اور زائد فضا کی ضرورت کے ممکن نہیں ہے۔ اس لئے سیمابی پمپ ایجاد کئے گئے ہیں۔ یہ سب تلطیفی پمپ ہوتے ہیں۔ لیکن ان سے اعلیٰ خلا پیدا ہوتا ہے۔ ذیل میں ہم اُن کی دو ایک صورتیں بیان کریں گے۔

اشپرنگلی پمپ | اس پمپ کا اصول شکل ۲۰۰ سے سمجھ میں آسکتا ہے۔ اس میں ایک حوض ا ہے جس میں پارا رہتا ہے۔ یہ پارا نلی ب میں سے گزرتا ہے۔ حوض کو نلی سے ملانے کے لئے ربڑ کی نلی س سے کام لیتے ہیں۔ نلی ب میں ایک نلی ج د اور لگی رہتی ہے جس کا تعلق ظرف یا آلہ زیر تخلیہ سے ہوتا ہے۔ ا میں پارے کی بلندی اتنی رکھی جاتی ہے کہ جب وہ ب اور ج د

کے سنگم ج پر پہنچتا ہے تو وہ قطروں میں بٹ جاتا ہے
اس سنگم کے پاس سے ان قطروں کے گزرنے پر تھوڑی
سی ہوا کھنچکر ب میں جمع ہو جاتی ہے۔ جب دوسرا قطرہ
گرتا ہے تو وہ اس ہوا کو اپنے ساتھ لے جاتا ہے۔ نلی ب
کا نیچے والا سرا ایک جنتر ت میں ڈوبتا ہے۔ جب یہ جنتر
بھر جاتا ہے تو زائد پارے کو لے کر پھر حوض ا میں ڈال دیا
جاتا ہے۔

شکل ۲۰۰

اس قسم کا پمپ صناعوں کے زیادہ کام کا ہوتا ہے
کیونکہ اس کا عمل مسلسل ہوتا ہے اور اس کا استعمال بھی
دقت طلب نہیں۔

ٹوپیلری پمپ اعلیٰ خلائی پمپوں میں یہ پمپ غالباً بہترین ہے۔ اس کی ایک سادہ سی
صورت شکل ۲۰۱ میں دکھلائی گئی ہے۔ اس میں شیشہ کا ایک ظرف ا ہے جو کبھی کروی اور کبھی
اسطوانہ بنا ہوتا ہے۔ ایسے ظرف کی گنجایش کوئی ۲۰۰ مکعب
سم ہوتی ہے۔ اس ظرف سے دو بارپیمائی نلیاں ب ج
اور دہ ملحق ہیں۔ ہر دو نلیاں طول میں ۸۰ سم سے کچھ
زائد ہوتی ہیں۔ نلی ب ج، ربڑ کی ایک نلی کے ذریعہ
حوض ز سے ملی ہوئی ہے۔ حوض کو اوپر نیچے کیا جا سکتا
ہے۔ دوسری نلی د ہ کا سرا ہ پارے کے ایک ظرف
میں اُتار دیا جاتا ہے۔ نلی و ظرف یا آلہ زیر تخلیہ سے ملی
ہوتی ہے۔

شکل ۲۰۱

پمپ سے کام لینے کے لئے پہلے ز کو اوپر اٹھاتے
ہیں۔ اس سے ب ج کے اندر پارے کی سطح اُٹھ جاتی
ہے۔ اور بازو کی نلی ب و بند ہو جاتی ہے۔ پارے کا سرا ا کی ہوا کو د میں سے گزار کر فضا
میں نکال دیتا ہے۔ اب حوض کو نیچے اُتارا جاتا ہے تو د پر ایک خلا پیدا ہو جاتا ہے۔ پارے
کی سطح ب سے نیچے ہو جاتی ہے۔ اس لئے خلا کو پُر کرنے کے لئے و ب سے ہوا کھنچ کر آتی ہے۔

اب حوض کو پھر اُٹھایا جاتا ہے تاکہ جو گیس آگئی ہے وہ حسب سابق پھر نکل جائے۔ حوض کا ہر بار بلند اور پست کرنے سے گیس کا دباؤ کم ہوتا جاتا ہے۔

پارا یہاں میکانکی پمپوں کے فشارے اور صماموں کا کام دیتا ہے۔ پمپ کو چلاتے رہنے سے پارا ہ میں جمع ہو جاتا ہے اس لئے بوقت ضرورت پارا پھر حوض ز میں پہنچا دیا جاتا ہے۔

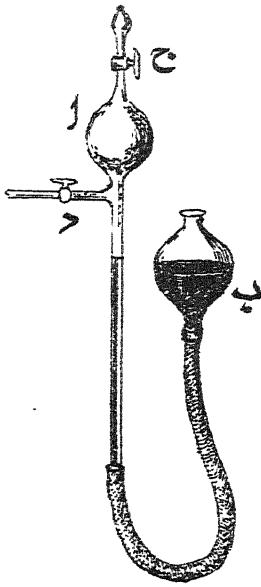
اس پمپ میں نقص یہ ہے کہ اس کا عمل محنت طلب اور سُست ہے۔ لیکن یہ پمپ بہت سادہ ہوتا ہے اور اس میں نہ تو کوئی تراوش ہوتی ہے اور نہ صماموں کا جھگڑا ہے۔

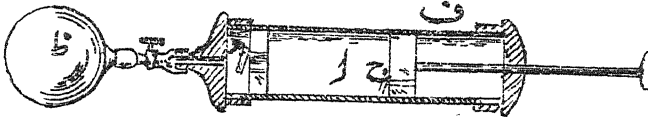
ٹاپلری پمپ یہ پمپ اپنی سادہ ترین صورت میں شیشے کے دو حوضوں ا ب پر مشتمل ہوتا ہے، جن کی گنجایش بہت کافی ہوتی ہے (شکل ۲۰۲۱) ایک حوض ا ثابت ہوتا ہے اور دوسرا متحرک۔ دونوں کو ملانے کے لئے مضبوط ربڑ کی نلی استعمال کی جاتی ہے۔ حوض ب فضا سے ملا ہوا ہے لیکن حوض ا کے اوپر ایک ڈاٹ ج ہے جس کے ذریعہ سے ا کو فضا سے ملحق یا علحدہ کیا جا سکتا ہے۔ ا میں نیچے کی طرف ایک دوسری ڈاٹ د ہے جو ایک نلی کے ذریعہ ظرف یا آلہ زیر تخلیہ سے ملی ہوتی ہے۔ حوض ب میں پارا رہتا ہے۔

ج
ا
د
ب

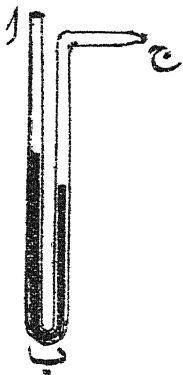
شکل ۲۰۲۱

عمل کے لئے پہلے د کو بند کرو اور ج کو کھول دو۔ ب کو اتنا اُٹھاؤ کہ وہ ا کی سطح ج سے قدرے اونچا ہو جائے پس پارا ب سے نکل کر ا میں چلا جائے گا یہاں تک کہ پارا ج تک پہنچ جائے گا۔ اس وقت ا میں سے ساری ہوا نکل جائے گی۔ اب ج کو بند کر دو اور ب کو نیچے اتار دو۔ اب پارا پھر ب میں چلا جائے گا اور ا کے نیچے نلی میں بارپیمائی بلندی پر ٹھیر جائے گا۔ اب د کو کھولو۔ تو زیر تخلیہ ظرف سے ہوا کھنچکر ا میں آئے گی اور پھیلے گی۔ ظرف میں دباؤ کم ہو جائے گا۔ اب د کو بند کر دو، ج کو کھول دو اور ب کو اوپر اٹھاؤ تو حسب سابق جو ہوا ا میں جمع ہوئی تھی وہ نکل جائے گی۔ اب پھر ب کو نیچے اُتار کر عمل دہراؤ۔ ظرف زیر تخلیہ سے مزید ہوا کھنچ آئے گی اور بار بار عمل کرنے سے ہوا برابر کھنچتی رہے گی تا آنکہ اعلیٰ خلا پیدا ہو جائے۔

اس پمپ میں ڈاٹ د کسی قدر دقت پیدا کرتی ہے کیونکہ وہ اتنی ٹھیک نہیں بیٹھتی ہے کہ تراوش

نہ پیدا ہو۔ اسی واسطے ٹوپیلری پمپ میں ڈاٹوں سے کام ہی نہیں لیا گیا۔

تخلیطی پمپ اب تک ہم نے جتنے پمپ بیان کئے ہیں وہ تلطیفی یا خلائی پمپ تھے۔ لیکن پمپ اس لئے بھی استعمال کئے جاتے ہیں کہ کسی ظرف کو ہوا یا دوسری گیس سے بھر دیں۔ ایسے تخلیطی پمپوں کا ایک نمونہ ہم نے شکل ۲۰۳ میں دکھلایا ہے حسب سابق ا ایک اسطوانہ ہے جس میں

شکل ۲۰۳

ف فشارہ ہے اور ج اور د پر صمام ہیں۔ ظ وہ ظرف ہے جس میں گیس بھرنی ہے۔ جب فشارہ کو اندر کی طرف دباتے ہیں تو ہوا کے دباؤ سے صمام د کھل جاتا ہے اس لئے ہوا منفذ میں سے نکل کر ظرف ظ میں داخل ہو جاتی ہے۔ لیکن جب فشارہ کو باہر کی طرف کھینچا جاتا ہے تو ہوا کا دباؤ اسطوانہ میں کم ہو جاتا ہے۔ اس لئے صمام د بند ہو کر ظرف کی ہوا کو مقید کر دیتا ہے اور پھر صمام ج کھل جاتا ہے اس لئے فضا سے مزید ہوا ا میں داخل ہو جاتی ہے۔ عمل کو جاری رکھنے پر ظرف میں تھوڑا تھوڑا کر کے خوب ہوا بھر جاتی ہے۔

ہوا پمپ کے قابلہ کے دباؤ کی پیمائش ہوا پمپ سے دباؤ میں کمی واقع ہوتی ہے۔ اس کم دباؤ کو پیمائش کرنے کے لئے جو آلے استعمال کئے جاتے ہیں اُن کو داب پیما یا داب ناپ کہتے ہیں۔ داب پیما میں بالعموم مائع استعمال کرتے ہیں اور داب ناپ میں کبھی مائع استعمال کرتے ہیں اور کبھی نہیں۔ ہم ذیل میں ایک داب پیما بیان کرتے ہیں جو اکثر و بیشتر مقید ہوا کے دباؤ کی پیمائش میں کام دیتا ہے۔

داب پیما شیشے کی ایک خمیدہ نلی ا ب ج پر مشتمل ہوتا ہے جو لا کی شکل میں ہوتی ہے (شکل ۲۰۴) نیچے کے حصہ میں پارا یا کوئی اور مائع ہوتا ہے اور دونوں سرے ا اور ج کھلے ہوتے ہیں سرے ج کو اس ظرف سے ملا دیتے ہیں جس کے دباؤ کی پیمائش مطلوب ہوتی ہے۔ نلی کے ساتھ کبھی پیمانہ بھی ہوتا ہے جس پر

ا ج ب

شکل ۲۰۴

پارے کی سطحیں پڑھی جا سکتی ہیں۔

جب دونوں سرے کھلے ہوتے ہیں تو ہر دو بازوؤں میں پارہ ایک ہی بلندی پر رہتا ہے۔ لیکن جب ج کسی ظرف سے ملا ہوتا ہے تو فضائی دباؤ سے ظرف کے دباؤ کے زیادہ ہونے کی صورت میں بازو ب ج میں پارہ اُتر جاتا ہے اور بازو ا ب میں چڑھ جاتا ہے۔ یہاں تک دونوں بازوؤں میں پارے کی بلندیوں کا فرق اور فضائی دباؤ مل کر اس دباؤ کے برابر ہو جائیں جو بازو ب ج میں عمل پیرا ہے۔ یعنی

د = ج + ث ف جہاں د = ظرف میں دباؤ مطلوبہ

ج = فضائی دباؤ

ث = مائع یعنی پارے کی کثافت

ف = دونوں بازوؤں میں بلندیوں کا فرق

پارے کی بلندیوں کا فرق ف "کلہ" کہلاتا ہے۔ پارے کے علاوہ دوسرا مائع استعمال کیا جائے گا تو کلہ اس حساب سے بدل جائے گا۔ چنانچہ پارے کے علاوہ سلفیورک ترشہ بھی اکثر استعمال کیا جاتا ہے اور کبھی کبھی پانی بھی۔ ترشہ میں یہ خرابی ہے کہ وہ رطوبت کو جذب کر لیتا ہے اور اس لئے اس کی کثافت بدل جاتی ہے۔ پانی میں یہ خرابی ہے کہ وہ تبخیر کی وجہ سے دباؤ میں تغیر پیدا کر دیتا ہے۔

کبھی کبھی سرا ا بند بھی کر دیا جاتا ہے۔ ایسی صورت میں بازو ا ب میں ہوا دبتی ہے اگر اس کے دبنے کی پیمایش کر لی جائے تو پھر کلیہ بائل کی مدد سے دباؤ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

اس کے علاوہ داب پیما کی مختلف صورتیں ہوتی ہیں لیکن اصول سب میں تقریباً ایک ہی کام کرتا ہے۔

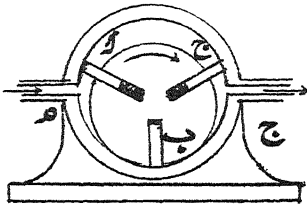
بوردونی ناپ یہ ناپ بھی ایسے دباؤں کی پیمائش کے لئے استعمال ہو گا جو فضائی دباؤ سے زیادہ ہوں۔ یہ غیر مائع قسم کا ناپ ہے۔ اس میں حسب شکل ۲۰۵ ایک خمیدہ نلی ا ب ہوتی ہے۔ یہ دھات کی بنی ہوتی ہے۔ اس کی دیوار میں پتلی ہوتی ہیں اور قوس کی شکل میں خمیدہ ہوتی ہے۔ جب ظرف کے دباؤ کی پیمائش مقصود ہوتی ہے اس کو ب سے

شکل ۲۰۵

ملاتے ہیں۔ نلی کی تراشں ناقص ہوتی ہے۔

جب نلی میں دباؤ بڑھتا ہے تو تراش میں دائری ہو جانے کا اقتضا پیدا ہوجاتا ہے اس سے نلی کا محور قدرے کھل جاتا ہے۔ سرا کسی قدر اُٹھ جاتا ہے اس کی وجہ سے ایک نمائندہ متحرک ہوجاتا ہے جو ایک دائری پیمانے پر حرکت کرتا ہے۔ نمائندہ کی حرکت دباؤ کے تغیر کے تقریباً متناسب ہوتی ہے لیکن پیمانہ کی تعبیر ہمیشہ کسی سیابی داب پیما سے مقابلہ کرکے کی جاتی ہے۔

اگر داب پیمائی نلی کی دبازت، اس کا طول اور انحناد بدل دئے جائیں تو اس قسم کے داب ناپ سے دباؤ کی تقریباً ہر سعت پیمائش کی جاسکتی ہے۔

ہواپمپوں کے اطلاقات | (۱) گردشی ہواپمپ :- حال ہی میں یہ پمپ تیار کیا گیا ہے۔ اس میں دھات کا ایک اسطوانہ نما بلاک ہوتا ہے۔ (شکل ۲۰۶) جو ایک کسی قدر بڑے قطر والے کھوکھلے اسطوانے کے اندر خارج المرکز گردش کرتا ہے دھاتی بلاک میں تین قطری نلیاں سی لگی ہوئی ہیں، جن میں دبے ہوئے ریشے کے مستطیل بلاک جمع ہوتے ہیں۔ ریشئی بلاکوں کو باہر کی طرف لانے کے لئے کمانیاں ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ سے بلاکوں کے بیرونی کنارے ہمیشہ کھوکھلے اسطوانے کی اندرونی سطح سے مس کرتے رہتے ہیں۔ ریشئی بلاکوں کے پہلو بھی کھوکھلے اسطوانے کے سروں پر ٹھیک بیٹھتے ہیں۔

شکل ۲۰۶

جب دھاتی بلاک پیکان کی سمت میں گردش کرتا ہے تو بلاک ا اور ب کے درمیان فضا کا حجم بڑھنے لگتا ہے۔ اس لئے مدخل ھ سے ہوا آنے لگتی ہے۔ یہ اس وقت تک رہے گا جب تک کہ بلاک ب اس منفذ کے پاس سے گزر نہ جائے۔ ا اور ج کے درمیان فضا کی قیمت اعظم ہوگی جیسا کہ شکل میں ہے۔ جیسے جیسے گردش جاری رہے گی یہ فضا گھٹتی جائے گی۔ جب ج مخرج خ کے مقابل آجائے گا تو ا اور ج کے درمیان فضا کی ہوا خ کے ذریعہ نکل جائے گی۔ ایسے پمپ کو تلطیف اور تغلیظ دونوں کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اگر مدخل ھ پر کوئی ظرف لگا دیا جائے تو وہ خالی ہوجائے گا۔ اور اگر مخرج خ پر لگایا جائے گا تو وہ ہوا سے بھر جائے گا۔

ایسے ہی تلطیفی پمپ بڑے بڑے ہالوں مثلاً سنما ہال وغیرہ سے ہوا کو صاف کرنے کے لئے

استعمال کیے جا سکتے ہیں۔

(۲) ٹائر پمپ :۔ سائیکل اور موٹر کے ٹائروں میں ہوا بھرنے کے لئے جو پمپ استعمال کیے جاتے ہیں وہ ٹائر پمپ کہلاتے ہیں۔ یہ تغلیظی پمپ ہوتے ہیں۔ وضاحت کے لئے ہم سائیکل پمپ کی تشریح کرتے ہیں:۔

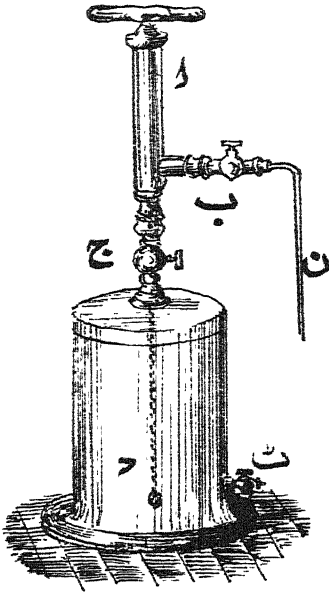
اس پمپ میں فشارہ ایک پیالہ نما چمڑے پر مشتمل ہوتا ہے جو دھات کے ایک ٹکڑے سے ملا ہوتا ہے۔ اس ٹکڑے کا قطر اسطوانہ کے قطر سے قدرے چھوٹا ہوتا ہے۔ جب فشارہ ہوا کو دبا کر ٹائر میں پہونچاتا ہے تو اسطوانہ کی دیواروں سے چمڑا لگا رہتا ہے، اس لئے ہوا گزرنے نہیں پاتی۔ جب فشارہ اوپر کھینچا جاتا ہے تو چمڑا اسطوانہ کی دیواروں کو چھوڑ دیتا ہے اس لئے ہوا گزر جاتی ہے اس صمام کو پیالہ صمام کہتے ہیں۔

ج
ب
ا

شکل ۲۰۷

اس پمپ میں اور کوئی صمام نہیں ہوتا جس دوسرے صمام کی ضرورت پمپ چلانے کے لئے ہوتی ہے وہ ٹائر میں ہوتا ہے جس کی کیفیت شکل ۲۰۷ میں واضح کی گئی ہے۔ ا پر جو ہوا داخل ہوتی ہے وہ ربڑ کی نلی ب سے گزر کر ٹائر ج میں چلی جاتی ہے۔ لیکن ٹائر میں جب ہوا پہنچ جاتی ہے تو وہ ب کے منہ کو اپنی دیوار سے بند کر دیتا ہے اس لئے مقید ہوا واپس نہیں جا سکتی۔

صمام کی صورتیں مختلف ہوتی ہیں لیکن جو صمام ہم نے اوپر بیان کیا ہے وہ کثیر الاستعمال ہے۔

(۳) مائع کو گیس دار بنانا :۔ تغلیظی پمپ مائع کو گیس دار بنانے کے لئے اکثر استعمال کیے جاتے ہیں۔

اس مقصد کے لئے پمپ کے اسطوانہ کے بازو میں بالعموم ایک نلی لگی رہتی ہے جو گیس کے خزانہ سے ملحق ہوتی ہے۔ اس میں ایک ٹوٹی بھی ہوتی ہے۔ اسطوانہ کے نیچے بھی ایک صمام ہوتا ہے (شکل ۲۰۸) جس کو مائع کے ظرف سے لگا دیتے ہیں جس میں گیس بھری جاتی ہے۔ نلی ن کے ذریعہ پمپ گیس کھینچتا ہے اور نلی د کے ذریعہ اُسے مائع میں چھوڑ دیتا ہے۔ جب مائع کافی گیس دار ہو جاتا ہے تو ٹوٹی ٹ سے اُسے نکال سکتے ہیں۔

سوڈا لیمونیڈ وغیرہ کی بوتلیں بھی کچھ اس

طریقہ پر بھری جاتی ہیں۔

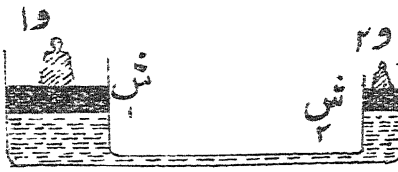
(۴) مغلظ ہوا کا استعمال :۔ مغلظ ہوا سے آج کل بہت کام لئے جاتے ہیں۔ چنانچہ ذیل میں ہم چند استعمال درج کرتے ہیں :۔

نیوماتی ڈاک یا ٹیپہ :۔ اکثر بڑے شہروں میں مغلظ اور ملطف ہواؤں کو ڈاک کے لے جانے اور لانے کے کام میں لاتے ہیں۔ صورت اس کی یہ ہوتی ہے کہ اس قسم کی ڈاک کا ایک تھیلا بنا کر ایک ڈبے میں رکھتے ہیں جو ڈھائی انچ قطر کا آبنوس کا ایک اسطوانہ ہوتا ہے۔ یہ ایک سرے پر بند ہوتا ہے اور دوسرے سرے پر فلالین ہوتی ہے۔ یہ ڈبا ایک چکنے دھاتی نل میں دوڑتا پھرتا ہے۔ یہ نل مختلف مقامات کے درمیان ڈالے جاتے ہیں۔ اسطوانہ اور نل میں فرق بہت کم ہوتی ہے اور اسطوانہ ہوابند حرکت کرتا ہے۔ مناسب صمام استعمال کر کے اس نل کو مغلظ یا ملطف ہوا کے بڑے بڑے خزانوں سے ملا دیا جاتا ہے۔ اس طرف اسطوانہ کو ایک مقام سے دوسرے مقام تک پہونچا دیا جاتا ہے۔ اس اسطوانہ کے ایک طرف دباؤ زیادہ ہوتا ہے اور دوسری طرف کم۔ دونوں طرف دباؤ کا فرق فضائی دباؤ کا دو تہائی ہوتا ہے۔ لیکن یہ بھی اتنا کافی ہوتا ہے کہ اسطوانہ کو ۳۰ میل فی گھنٹے کی رفتار سے حرکت دے سکے۔

نیوماتی گھڑیاں :۔ بعض شہروں میں ایک مرکزی گھڑی ہوتی ہے جہاں سے مغلظ ہوا کی مدد سے شہر کے مختلف مقامات پر گھڑیوں کو صحیح وقت پہنچایا جاتا ہے۔ یہ گھڑیاں معمولی گھڑیوں کی طرح نہیں ہوتیں۔ ان کی مشین کو چلانے کے لئے مغلظ ہوا سے کام لیا جاتا ہے۔

دیگر استعمال :۔ پانی کے اندر پائے اتارنے کے لئے اسطوانوں کو مغلظ ہوا کے ذریعہ سے ڈبویا جاتا ہے۔ فرش فروش کو صاف کرنے کا کام بھی مغلظ ہوا سے لیا جاسکتا ہے۔

بحری جنگ میں تارپیڈو چلانے کا کام بھی مغلظ ہوا سے لیا جاتا ہے۔ تارپیڈو سے مراد فولاد کی ایک نلی ہوتی ہے جو طول میں ۱۶ فٹ ہوتی ہے اور شکل میں سگار کی سی ہوتی ہے۔ تارپیڈو کے اگلے حصے میں تو فتیلہ ہوتا ہے اور پچھلے میں مغلظ ہوا بند رہتی ہے۔ جو انجن اسی ہوا سے چلتا ہے وہ وسط میں رہتا ہے۔ جب تارپیڈو چھوڑا جاتا ہے تو پانی میں پہنچتے ہی اس کے انجن کام کرنے لگتے ہیں۔ پھر وہ نصف میل تک پانی کے اندر اندر بڑی رفتار سے جاتا ہے۔

ماسکونی تضاد | فرض کرو کہ دو اسطوانہ ا اور ب ہیں جو ایک دوسرے سے ملے ہوئے ہیں۔ (شکل ۲۰۹) ایک اسطوانہ کا تراش رقبہ ش۱ بڑا ہے اور دوسرے کا تراش رقبہ ش۲ کم ہے۔

ان اسطوانوں میں فرض کرو کہ آب بند فشارے لگے ہیں۔ اور فرض کرو کہ اسطوانے پانی سے بھرے ہوئے ہیں۔

ہر فشارہ اپنے اسطوانے کے مائع پر قائم ہے۔ اب چھوٹے فشارہ پر ایک وزن و_2 رکھو۔ تو پیدا شدہ دباؤ کی زیادتی، $\text{د} = \frac{\text{و}_2}{\text{ش}_2}$۔

شکل

دباؤ کی اس زیادتی کی وجہ سے دوسرے فشارے پر ایک قوت $\text{د}\,\text{ش}_1$ عمل کرنے لگتی ہے اوپر کی جانب۔ اس فشارے کو اٹھنے سے روکنے کے لئے ہم کو ایک وزن و_1 رکھنا پڑتا ہے جو $= \text{د}\,\text{ش}_1$۔ پس ہر دو وزن و_1 اور و_2 ایک دوسرے کو سنبھالتے ہیں۔ پس

$$\frac{\text{و}_1}{\text{و}_2} = \frac{\text{د}\,\text{ش}_1}{\text{د}\,\text{ش}_2} = \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2} \qquad \therefore \text{و}_1 = \frac{\text{ش}_1}{\text{ش}_2} \times \text{و}_2$$

یعنی و_1 کئی گنا زیادہ ہوتا ہے و_2 سے۔

اس نتیجے میں بظاہر تضاد معلوم ہوتا ہے لیکن درحقیقت ایسا نہیں ہے۔ کیونکہ

فرض کرو کہ چھوٹے فشارہ کو جس فاصلے تک اُتارا گیا وہ $= \text{ف}_2$

اور بڑے فشارہ کو جس فاصلے تک اُٹھنا پڑا وہ $= \text{ف}_1$

تو چھوٹے فشارے سے خارج شدہ پانی کا حجم $= \text{ش}_2\,\text{ف}_2$

اور بڑے فشارے میں داخل شدہ پانی کا حجم $= \text{ش}_1\,\text{ف}_1$

لیکن پانی کی مقدار ایک ہی رہی ہے $\therefore \text{ش}_2\,\text{ف}_2 = \text{ش}_1\,\text{ف}_1$

فاصلہ ف_2 اُترنے میں چھوٹے فشارہ کا کردہ کام $= \text{و}_2\,\text{ف}_2 = \text{د}\,\text{ش}_2\,\text{ف}_2$

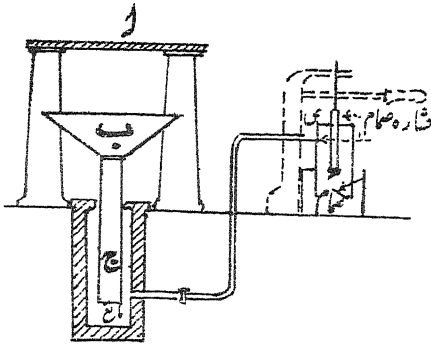
اور فاصلہ ف_1 چڑھنے میں بڑے فشارے کے خلاف کام $= \text{و}_1\,\text{ف}_1 = \text{د}\,\text{ش}_1\,\text{ف}_1$

لیکن $\text{د}\,\text{ش}_2\,\text{ف}_2 = \text{د}\,\text{ش}_1\,\text{ف}_1$

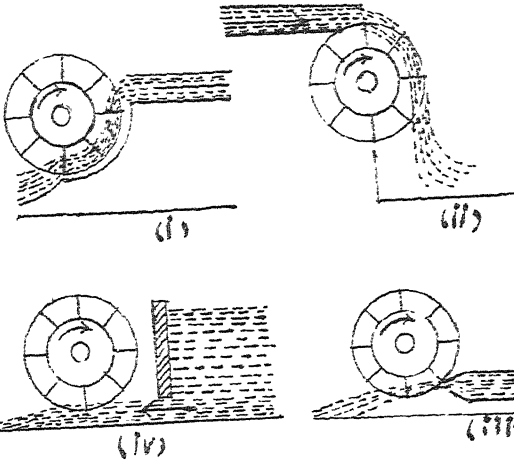
یعنی چھوٹے فشارہ کا کام بڑے فشارے کے خلاف کام کے بالکلیہ مساوی ہے۔

اس ترتیب کو فی الحقیقت بیرم کی طرح ایک مشین تصور کرنا چاہئے۔ چنانچہ ہم اس کو **ماسکونی بیرم** کہہ سکتے ہیں۔

ماقوائی شکنجہ | یہ شکنجہ دراصل ماسکونی بیرم کا اطلاق ہے۔ اس کو ۱۷۹۵ء میں براما نے

ایجاد کیا تھا۔ اس کو کاغذ کے یا روئی کے یا سوت کے گٹھوں کے دبانے کے کام میں لایا جاتا ہے۔
یہ شکنجہ ایک مضبوط اسطوانہ پر مشتمل ہوتا ہے جس میں ایک فشارہ ج حرکت کرتا ہے۔ (شکل ۲۱۰) ایک پمپ د کے ذریعہ صمام ص کی مدد سے تیل بڑے اسطوانہ میں پہنچایا جاتا ہے۔ صمام کی وجہ سے یہ تیل واپس آنے نہیں پاتا۔ پمپ جو دباؤ مائع کو پہنچاتا ہے وہ بعینہ اسطوانہ کی دیواروں اور فشارہ ج تک پہنچ جاتا ہے جیسا کہ پاسکل کے اصول کے مطابق ہونا چاہیئے جو شے دبائی جاتی ہے وہ ا اور ب کے درمیان دبتی ہے۔ اگر چھوٹے فشارہ د کے رقبہ سے بڑے فشارے ج کا رقبہ ۱۰۰ گنا ہو تو

شکل ۲۱۰

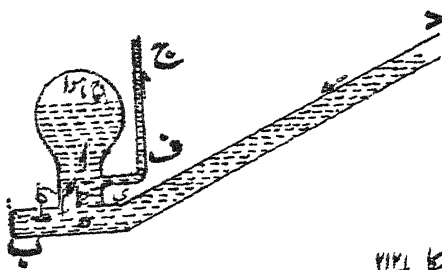
ج پر عاملہ قوت = ۱۰۰ (د پر عاملہ قوت)۔
چھوٹے فشارے کے نیچے کی ضرب میں اوپر کی جانب بڑے فشارہ کا طے کردہ فاصلہ = $\frac{1}{100}$ (د کا طے کردہ فاصلہ)
اگر تیل تغلیظ پذیر نہ ہو تو پھر بڑے فشارہ پر کردہ کام = چھوٹے فشارہ پر کردہ کام، بالفاظ دیگر جتنی توانائی مشین میں داخل ہوتی ہے اتنی ہی خارج بھی ہوتی ہے۔ فشارہ ج پر دباؤ میں مزید اضافہ کرنے کے لئے چھوٹے فشارہ کو بالعموم ایک بیرم کی مدد سے نیچے اُتارتے ہیں۔
ایسے شکنجے بیجوں سے تیل نکالنے یا فولادی تختیوں میں سوراخ کرنے کے لئے بھی استعمال کئے جاتے ہیں۔

آبی موٹر یا آبی پہیے | آبی پہیوں کے استعمال سے پانی کی توانائی کو کام میں لاکر مختلف قسم کی مشینیں چلائی جاسکتی ہیں۔ شکل ۲۱۱ میں آبی موٹروں کے مختلف نمونے دکھلائے گئے ہیں۔ شکل ۲۱۱ (ا) میں پانی کا ایک دھارا پہیے کے پہلو کے تقریباً وسط پر گرتا ہے۔ ایسے پہیے صدر شار پہیے کہلاتے ہیں۔ شکل ۲۱۱ (ب) میں پانی پہیے کے اوپر سے گرتا ہے۔ ایسے پہیے بر شار پہیے ہوتے ہیں۔ شکل ۲۱۱ (ج) و (د) میں پانی پہیوں کے نیچے داخل ہوتا ہے اس لئے یہ پہیے زیر شار پہیے کہلاتے ہیں۔
پہیوں میں یا تو ڈولچیاں لگی ہوتی ہیں یا پھر پھل ہوتے ہیں۔ ان ڈولچیوں یا پھلوں پر پانی کے گرنے سے پہیا حرکت میں آجاتا ہے۔ یہ حرکت پھر مسلسل ہوجاتی ہے۔ آبی موٹر کے دھرے

کو کسی مشین میں لگا دیا جائے تو پھر پانی کی طاقت مشین چلانے لگتی ہے۔

ان پہیوں میں توانائی رائگاں بہت ہوتی ہے اس لئے بڑی بڑی طاقتوں کے حاصل کرنے کے لئے یہ پہیے کچھ موزوں نہیں۔

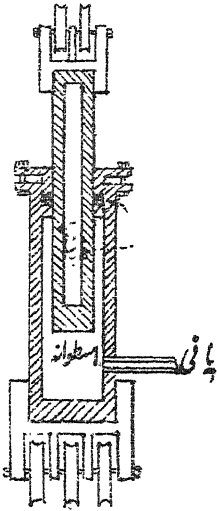
شکل ۲۱۱

ماقوائی قوچ جہاں کہیں پانی کی مقدار وافر موجود ہو اور پھر اس میں چند فٹ کا نشیب دیا جائے تو ماقوائی قوچ کے ذریعہ سے تھوڑے سے پانی کو خزانہ آب کی سطح سے بلند تر کیا جاسکتا ہے۔

اس قوچ کا عمل اس اصول پر ہے کہ پانی کی ایک بڑی مقدار کو تھوڑے سے نشیب میں اُتار کر ہم پانی کی ایک چھوٹی مقدار کو بڑے فراز تک لے جا سکتے ہیں۔ شکل ۲۱۲ میں اس قوچ کا خاکہ دیا گیا ہے۔

د ی، ایک نل ہے جس کے ذریعہ پانی چشمہ سے حوض میں آتا ہے۔ اور صمام ب کے ذریعہ جو بالعموم کھلا رہتا ہے، باہر نکل جاتا ہے۔ اس کی وجہ سے پانی

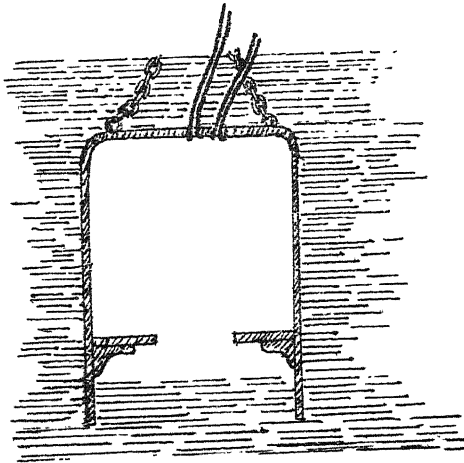
شکل ۲۱۲

میں رفتار کافی پیدا ہو جاتی ہے۔ اور پھر اس کا جو معیار حرکت ہوتا ہے اس کی وجہ سے صمام ب بند ہو جاتا ہے۔ جب پانی کا بہاؤ اس طرح دفعۃً رک جاتا ہے تو پھر وہ صمام ا کو کھول کر ج میں داخل ہو جاتا ہے۔ ج کی ہوا دبنے لگتی ہے۔ یہاں تک ہوا کا دباؤ اور پانی کا وزن صمام ا کو بند کر دیتا ہے۔ اس سے پانی بازو کی نلی ف ج میں داخل ہو جاتا ہے۔ اس دوران میں

ب کو بند کرنے والی جو قوت تھی وہ کم ہو جاتی ہے اور ب کھل جاتا ہے۔ پھر پانی نل کے ذریعہ آجاتا ہے اور پھر سابقہ عملوں کی تکرار ہونے لگتی ہے۔ اس طرح توچ کا عمل خودکارانہ ہوتا ہے اگرچہ نکاس نلی سے پانی وقفہ کے ساتھ حاصل ہوتا ہے۔

ماقوائی حمالہ | ماقوائی حمالہ ایک توچ اور ایک اسطوانہ پر مشتمل ہوتا ہے جن میں سے ہر ایک میں چرخیوں کا ایک سٹ ہوتا ہے (شکل ۲۱۳) ان چرخیوں میں سے ایک ہی رسی گزرتی ہے جس طرح چرخیوں کے عام نظام میں گزرتی ہے۔ رسی کا آزاد سرا اس بوجھ سے لگا ہوتا ہے جس کو اٹھانا مقصود ہوتا ہے۔ جب پانی اسطوانہ میں داخل ہوتا ہے تو توچ پر جو دباؤ عمل کرتا ہے وہ دونوں چرخیوں کو دور کر دیتا ہے۔ اس طرح رسی کے آزاد سرے پر جو بوجھ ہوتا ہے وہ اٹھ جاتا ہے۔

شکل ۲۱۳

قفس غواصی | یہ ایک آلہ ہوتا ہے جس کی مدد سے آدمی پانی میں بڑی گہرائیوں تک اتر جاتے ہیں۔ اس کی بدولت ڈوبے ہوئے جہاز کا معائنہ کیا جا سکتا ہے، پانی میں کسی پایے کی بنیاد رکھی جا سکتی ہے اور اسی طرح کے دوسرے کام اس سے لئے جا سکتے ہیں۔

یہ قفس ایک بڑے مرتبان یا اسطوانہ کی شکل کا ایک ظرف ہوتا ہے (شکل ۲۱۴) جو نیچے کھلا ہوتا ہے اور اوپر بند ہوتا ہے۔ اس کو جب پانی میں اتارا جاتا ہے تو اس کا منہ نیچے رہتا ہے۔ اس کا وزن چونکہ اس کے اندر سمانے والے پانی کی مقدار سے زیادہ ہوتا ہے اس لئے یہ پانی میں ڈوب جاتا ہے جب یہ پانی میں اترتا ہے تو اس کے

شکل ۲۱۴

اندر کی ہوا دب جاتی ہے۔ اس وجہ سے کچھ پانی اس کے اندر آجاتا ہے لیکن پورے قفس

میں پانی نہیں بھر سکتا۔

اس قفس میں ہوا کی آمدورفت کے لئے دو نلیاں ہوتی ہیں جو کرہ ہوا میں کھلتی ہیں۔ ان کی بدولت قفس کے اندر کام کرنے والے آدمی کو سانس لینے کے لئے ہوا ملتی رہتی ہے۔ ایک نلی سے تازہ ہوا آتی ہے اور دوسری نلی سے خراب ہوا نکل جاتی ہے۔ جس گہرائی تک قفس اُتارا جاتا ہے اس کے متناسب اس پر دباؤ ہوتا ہے۔ دباؤ زیادہ ہونے کی صورت میں کام میں چونکہ دقت واقع ہوتی ہے اس لئے بہت زیادہ گہرائی تک قفس کو نہیں اُتارا جا سکتا۔

قفس کو سنبھالنے کے لئے اس میں زنجیریں بندھی رہتی ہیں۔ زنجیروں پر جو تنش ہوتی ہے وہ قفس کے وزن اور اس کے ہٹائے ہوئے پانی کے وزن کے فرق کے مساوی ہوتی ہے۔

تیئسواں باب

سالمی قوتیں

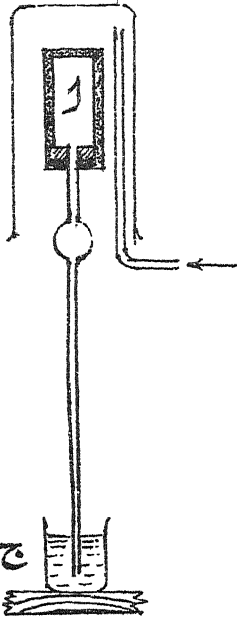
مادے کا سالمی نظریہ | ابتدائی بابوں میں مادے کی ساخت کے متعلق ہم نے چند بنیادی امور کا بیان کیا ہے اُن پر ایک نظر پھر ڈال کر ہم مزید معلومات یہاں درج کرتے ہیں:۔

مادے کی جس شکل کو بھی ہم لیں وہ بہت چھوٹے چھوٹے ذرات پر مشتمل ہوتی ہے۔ جن کو ہم سالمہ کہتے ہیں۔ یہ سالمے شے میں ایک جگہ جمع ہوتے ہیں۔ شے کی نوعیت کے اعتبار سے سالموں کو روکنے والی قوت کم و بیش ہوتی ہے۔ ان سالموں کے درمیان جو فضا ہوتی ہے وہ خالی ہوتی ہے۔ ٹھوسوں میں بھی یہ فضائیں اتنی بڑی ہوتی ہیں کہ سالمے مستقل طور سے ایک دوسرے کو مس نہیں کرتے۔ مائعات میں یہ درمیانی فضائیں اور بھی بڑی ہوتی ہیں۔ اور گیسوں میں تو معمولی حالات میں بھی سالموں کی جسامت کے لحاظ سے یہ فضائیں بہت زبردست ہوتی ہیں۔

ان سالموں کو بالعموم کروی مانا جاتا ہے لیکن یہ بالکلیہ صحیح نہیں۔ وہ بہت تیز تیز حرکت کرتے ہیں۔ گیسوں میں بھی سالمے ایک دوسرے سے ٹکراتے ہیں۔ اور پھر بازگشت کرتے ہیں۔ گویا کہ وہ فولادی گولیاں ہیں جن کو کسی بند برتن میں خوب زور سے ہلایا گیا ہو۔

مادے کی تینوں حالتیں ایک دوسرے میں بدلی جاسکتی ہیں یعنی ایک ہی شے فطرت میں جس حالت میں پائی جاتی ہے اس کے علاوہ دوسری شکلوں میں مناسب حالات کے تحت لائی جاسکتی ہے۔ یہاں تک کہ اب ہوا کو بھی مائع بنالیا گیا ہے، بلکہ اُسے منجمد بھی کرلیا گیا ہے۔

اس لحاظ سے اگر دیکھا جائے تو ٹھوس سے مراد مادے کی وہ حالت ہے جس میں سالمے مضبوطی کے ساتھ ایک دوسرے سے ملحق رہتے ہیں اور اپنی اضافی وضعیں برقرار رکھتے ہیں چونکہ ٹھوس کے سالمے استواری کے ساتھ ایک دوسرے سے ملے رہتے ہیں۔ اس لئے ٹھوس شکل یا جسامت کے بدلنے کے ہر اقتضا کی مزاحمت کرتے ہیں اور اس لئے جب تک کوئی خارجی

قوت عمل نہ کرے تو وہ اپنی اصلی حالت برقرار رکھتے ہیں۔
مائع میں سالمے ایک دوسرے سے بنے تو ہوتے ہیں لیکن ایک دوسرے کے لحاظ سے حرکت کرنے میں وہ آزاد بھی ہوتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ شکل بدلنے والی قوتوں کی مزاحمت تو مائع نہیں کرتے۔ لیکن حجم بدلنے والی قوتوں کی زبردست مزاحمت کرتے ہیں۔ چونکہ مائع کے سالمے ایک دوسرے کے لحاظ سے بآسانی نقل مکان کر سکتے ہیں اس لئے مائع کی تہیں ایک دوسرے کے اوپر آزادی کے ساتھ بہہ سکتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ جس ظرف میں رکھا جائے مائع اس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔
گیس میں کہنا چاہیئے کہ سالموں کی حرکت پر کوئی قید نہیں۔ اس لئے وہ بآسانی علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ پس گیس شکل بدلنے والی قوتوں کی مزاحمت بالکل نہیں کرتی۔ البتہ حجم بدلنے والی قوتوں کی مزاحمت کسی قدر کرتی ہے۔ سالموں کی اس آزاد حرکت کی وجہ سے گیس ظرف کی پوری فضا میں بھر جاتی ہے اور اس پر ایک دباؤ ڈالتی ہے۔
انتشار سالمی نظریہ کی تائید میں بہترین مثال جو پیش کی جا سکتی ہے وہ یہ ہے کہ کسی کمرے میں کوئی خوشبودار چیز ہو تو اس کی خوشبو سارے کمرے میں بہت جلد پھیل جاتی ہے۔ مثلاً ایمونیا کی ایک بوتل کسی کمرے میں کھولی جائے تو ذرا سی دیر میں ایمونیا کی بو سارے کمرے میں پھیل جاتی ہے۔ یہاں بو دینے والی شئے گیس ہے جو خواہ وہ ٹھوس سے حاصل ہو یا مائع سے، ایسے سالموں پر مشتمل ہوتی ہے جو اپنے آس پاس کے سالموں کو ٹکر دیتے ہیں۔ اور پھر دوسرے سالمے ان کو ٹکر دیتے ہیں۔ ان تصادموں کی وجہ سے سالمے چاروں طرف بکھر جاتے ہیں۔ اور پھر سارے کمرے میں پھیل جاتے ہیں۔ پھولوں اور درختوں کی خوشبوؤں کی بھی یہی کیفیت ہے۔ پس
کسی ایک گیس کے سالموں کا کسی دوسرے گیس کے سالموں میں بکھرنا انتشار کہلاتا ہے۔
گیسوں کا انتشار:۔ گیسوں کے انتشار کو دکھلانے کے لئے ہم ذیل کا تجربہ انجام دے سکتے ہیں:۔
۶۰ سمر لمبی اور ۵ء۰ سمر چوڑی شیشے کی ایک نلی لو۔ اس کو ایک کارک میں گزارو جو ایک مسامدار برتن ا میں لگا ہو۔ (شکل ۲۱۵) نلی کے دوسرے سرے کو ایسے ظرف میں داخل کرو جس میں رنگین پانی موجود ہو۔ کارک کو ہوا بند کرنے کے لئے اس کو برتن میں اچھی طرح داخل کرکے موم لگا دو۔ اب مسامدار برتن پر ایک بڑا ظرف اوندھا دو۔ اور اس میں کول گیس داخل کرو۔

شکل ۲۱۵

توج پر گیس کے بلبلے نکلنے لگتے ہیں جس سے ثابت ہوتا ہے کہ ظرف ا میں دباؤ بڑھ رہا ہے۔ اگر بڑے ظرف کو دور کر دیا جائے تو بلبلے نکلنا فوراً بند ہو جاتے ہیں اور نلی میں مائع چڑھ جاتا ہے۔

پہلی صورت میں کول گیس مسامدار ظرف میں جس تیزی سے داخل ہوتی ہے اس تیزی سے ہوا اس میں سے خارج نہیں ہو سکتی اس لئے دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ دوسری صورت میں جو کول گیس اندر داخل ہوتی ہے وہ اس تیزی سے خارج ہوتی ہے کہ ہوا اتنی تیزی سے داخل نہیں ہوتی۔ اس لئے دباؤ کم ہو جاتا ہے اور مائع چڑھ جاتا ہے۔

انتشار کی یہ کیفیت مائعوں اور ٹھوسوں میں بھی پائی جاتی ہے جیسا کہ ذیل کے تجربوں سے واضح ہو گا۔

مائعوں میں انتشار :۔ کاپر سلفیٹ کا ایک مرتکز محلول تقریباً ۲۵ مکعب سمر لو اور اس کو ایک لمبی اسطوانی میں رکھو۔ بقیہ حصہ اسطوانی کو پانی سے آہستگی سے بھر دو۔ یا یوں بھی کیا جا سکتا ہے کہ پہلے اسطوانی کو پانی سے بھر دو، پھر ایک کنول قیف کے ذریعے جو اسطوانی کی پیندی تک پہنچے کاپر سلفیٹ کا محلول داخل کر دو۔ اسطوانی کے منہ کو شیشے کی ایک قرص سے بند کر دو تاکہ تبخیر نہ ہونے پائے۔

پہلے پہل تو محلول اور پانی کے درمیان سطح فارق واضح رہتی ہے۔ لیکن اگر اسطوانی کو چند دن یوں ہی چھوڑ دیا جائے تو اوپر کی جانب کاپر سلفیٹ کا انتشار مشاہدہ میں آتا ہے۔ شروع میں تو قوت جاذبہ کی وجہ سے کاپر سلفیٹ نیچے رہتا ہے۔ لیکن بالآخر انتشار اس قوت پر غالب آ جاتا ہے اس لئے کاپر سلفیٹ اوپر چڑھ جاتا ہے۔ یہ عمل گیسوں کے عمل کے مشابہ ہے لیکن اتنی تیزی کے ساتھ نہیں ہوتا۔ اس کا سبب یہ ہے کہ انتشار میں سالموں کی حرکت ایسی ہوتی ہے کہ قدم قدم پر اُن کو دوسرے سالموں سے متصادم ہونا پڑتا ہے۔ تصادموں کے درمیان اُن کے راستے چھوٹے چھوٹے خطوط مستقیم کا ایک سلسلہ ہوتے ہیں۔ مائعات میں گیسوں کے مقابلے میں یہ فاصلے چونکہ کم ہوتے ہیں اس لئے مائعات کا انتشار سست تر ہوتا ہے۔

ٹھوسوں کا انتشار :۔ ٹھوسوں میں انتشار کی تحقیق سر رابرٹس آسٹن نے کی ہے۔ انھوں نے سیسے اور

سونے کی ایک بھرت (سونا = ۵ فیصد) کو سیسے کے ایک ٹکڑے پر رکھا۔ دونوں متماس سطحوں کو صحیح طور پر مستوی بنایا گیا اور اُن پر دباؤ ڈالا گیا۔ کل کو ۱۵۰ م تک پورے ایک مہینے گرم رکھا۔ اس کے بعد مختلف تراشوں کی تشریح کرنے سے واضح ہوا کہ انتشار واقع ہوا ہے۔ کمرہ کی تپش پر تجربہ کو دہرایا گیا تو معلوم ہوا کہ انتشار اب بھی ہوا لیکن شرح کم رہی۔

محلول | اگر نمک یا شکر کی طرح کی کسی شئے کی ایک قلم کو پانی میں رکھا جائے تو وہ شئے بہت جلد پانی کے ہر حصے میں پہنچ جاتی ہے۔ اس کو یوں کہتے ہیں کہ مائع میں ٹھوس کا محلول بن گیا ہے۔ اس محلولیت کا سبب یہ ہے کہ مائع کے سالمے ٹھوس کے سالموں کو اُن کے ہمسایوں سے جدا کر لیتے ہیں۔ لیکن اس عمل کی ایک حد ہوتی ہے کیونکہ بالآخر ٹھوس کے سالمے اس طرح جدا ہونے کے لئے باقی نہ رہیں گے۔ ایسے محلول کو سیر شدہ محلول کہتے ہیں۔ ٹھوس شئے کو منحل اور مائع کو محلل کہتے ہیں۔ منحل کی مقدار کا انحصار ٹھوس کی نوعیت، مائع کی نوعیت اور محلول کی تپش پر ہوتا ہے۔ بالعموم تپش کے بڑھنے سے منحل کی مقدار بڑھ جاتی ہے، کیونکہ ٹھوس کے سالموں میں رفتار زیادہ آجاتی ہے اور اس لئے وہ آسانی سے جدا ہو جاتے ہیں۔

پانی کی طرح مائعات تقریباً تمام گیسوں کو بھی حل کر لیتے ہیں۔ ایسی صورت میں گیسیں زیادہ یکسانیت کے ساتھ منقسم ہوتی ہیں۔ چنانچہ سوڈا واٹر پانی میں کاربن ڈائی آکسائڈ کا محلول ہے۔

فطرت میں عمل محلول بہت اہمیت رکھتا ہے۔ جسم کے حیاتی عملوں میں جو سیال حصہ لیتے ہیں وہ اکثر و بیشتر محلول کی شکل میں ہوتے ہیں۔ کھانا پکانے، اس کو محفوظ رکھنے اور کھانے کی چیز ڈبوں میں بند کرنے کا تعلق محلولوں اور اُن کے تغیرات سے ہے۔ غذا کو محفوظ رکھنے کے لئے جب نمک استعمال کیا جاتا ہے تو وہ کھانے کے پانی یا عرق کے ساتھ ایک محلول بناتا ہے اور پھر غذا میں بحیثیت محلول داخل ہو جاتا ہے۔

ولوج | خون کے سرخ جسیمے جب پانی میں رکھے جاتے ہیں تو وہ بہت جلد پھول جاتے اور بالآخر پھٹ جاتے ہیں۔ اگر نمک کے طاقتور محلول میں اُن کو رکھا جائے تو وہ سمٹ جاتے ہیں۔ اکثر حیوانی اور نباتی خلیوں پر جو جھلیاں چڑھی ہوتی ہیں اُن میں یہ منظر خاص طور پر مشاہدہ میں آتا ہے۔ ایسی جھلیاں پانی کو تو آسانی سے گزرنے دیتی ہیں لیکن ٹھوس چیزوں کو بالکلیہ روک دیتی ہیں۔ کسی جھلی میں سے مائع کے اس طرح گزرنے کا نام ولوج رکھا گیا ہے۔ ولوج

کو دکھلانے کے لئے ہم ذیل کا تجربہ انجام دے سکتے ہیں:۔
ایک بڑی قیف لو اور اس کے منہ پر ایک جھلی (یارق یعنی چمڑا کاغذ بھیگا) چڑھا دو۔ جب وہ خشک ہو جائے تو چاروں طرف سریشں لگا کر اس کو مضبوط کر دو۔ پھر اس میں سوڈیم کلورائڈ، شکر، یا کسی اور شئے کا محلول ایک حصہ بھر دو۔ پھر قیف کو پانی میں اُتار دو۔ تھوڑے عرصہ تک پانی میں رہنے کے بعد محلول کی سطح بہت کافی بلند ہو جائے گی۔ اس سے ظاہر ہے کہ جھلی میں ہو کر پانی محلول میں داخل ہوا ہوگا۔ لیکن اس کے علاوہ یہ بھی ہوتا ہے کہ محلول کا پانی جھلی میں سے نکل کر دوسرے پانی میں شامل ہو جاتا ہے۔ اس ولوجی بہاؤ کا سبب یہ ہے کہ جھلی پر سالمے بمباری کرتے ہیں۔ ایک طرف تو صرف پانی کے سالمے آتے ہیں اور دوسری طرف پانی اور نمک دونوں کے سالمے ہوتے ہیں۔ ایسی جھلیاں منحل نمکوں کے لئے بہت کم نفوذ پذیر ہوتی ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ ایک سمت کے مقابلے میں دوسری سمت میں پانی کے سالمے زیادہ گزر جاتے ہیں۔
اگر ایک ہی نوعیت لیکن مختلف ارتکاز کے دو محلول ہوں اور اُن کے درمیان ایسی جھلی ہو تو بھی محلل کا ولوجی بہاؤ مشاہدہ میں آتا ہے۔ محلل کا بہاؤ اس طرح کا ہوتا ہے کہ محلولوں کے ارتکاز مساوی ہونا چاہتے ہیں یعنی زائد محلل کمزور سے طاقتور محلول کی طرف چلا جاتا ہے۔
ایسی جھلی جو محلل کو گزرنے دے لیکن منحل کو نہ گزرنے دے نیم نفوذی جھلی کہلاتی ہے۔ اس قسم کی بہترین جھلی کاپر فیروسائنائڈ ہے۔
ایک منقارے کی پیندی میں پوٹاشیم فیروسائنائڈ کا ایک کمزور محلول رکھو۔ جب اس کی حرکت بند ہو جائے تو اس میں کاپر سلفیٹ کا ایک طاقتور محلول ڈالو تاکہ فیروسائنائڈ کے نیچے چلا جائے، تو کاپر فیروسائنائڈ کا ایک پتلا سریشں دار رسوب بن جاتا ہے۔ یہی دونوں محلولوں کو جدا کر دیتا ہے۔ چونکہ حل شدہ اشیاء اس جھلی میں سے نہیں گزر سکتیں اس لئے جھلی دبازت میں نہیں بڑھتی۔ لیکن کوئی دو گھنٹے گزر جانے پر جھلی صاف طور سے اوپر کی طرف محدب ہو جاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ اوپر جانے والے پانی سے نیچے جانے والا پانی زیادہ ہے۔
ولوج کو دکھلانے کے لئے ذیل کا تجربہ بہت دلچسپ ہے:۔
ایک گاجر لو اور اس کے اندرون کو صاف کر کے اس میں ایک جوف پیدا کرو۔ اور اس کو ایک گاڑھے شربت سے بھر دو۔ جوف کے منہ پر ربڑ کا ایک کارک لگاؤ اور اس میں شیشے کی ایک لمبی نلی لگاؤ۔

بعدہ گاجر کو چوڑے منہ کی پانی کی ایک بوتل میں رکھو۔ گاجر کے مسامات میں سے ہو کر پانی شربت تک پہنچ جاتا ہے اور شربت میں بھی یہ اقتضا ہوتا ہے کہ وہ پانی تک پہنچ جائے، لیکن جتنا پانی اندر داخل ہوتا ہے اُتنا شربت باہر نہیں نکلتا۔ اس لئے گاجر میں شربت کا حجم بڑھ جاتا ہے، اور نلی میں شربت چڑھ جاتا ہے۔

ولوج کی توضیحی مثالیں | کشمش کی طرح کے خشک میوے جب پکائے جاتے ہیں تو وہ پھول جاتے ہیں اور اگر دباؤ کافی ہو تو وہ پھٹ بھی جاتے ہیں۔ اس کا سبب یہ ہے کہ میوہ کا نباتی قشر جھلی کا کام دیتا ہے، اس لئے پانی اندر پہنچ جاتا ہے۔

صدف کے سے بحری جانور جب کھارے پانی سے تازہ پانی میں منتقل کئے جاتے ہیں تو اس کا غلاف جھلی کا کام دیتا ہے۔ اس لئے پانی اندر داخل ہو جاتا ہے اور جانور پھول جاتا ہے۔

اگر تازہ میوے شکر کے طاقتور محلول میں رکھے جائیں تو وہ سمٹنے لگتے ہیں اور جسامت میں کم ہو جاتے ہیں۔ اس کا سبب بھی ولوج ہے۔ اس صورت میں قوی تر محلول بیرونی جانب ہے اور کمزور تر اندرونی جانب۔ اس لئے پانی اندر سے باہر جاتا ہے اس لئے میوہ سکڑ جاتا ہے۔

تازہ گوشت میں جب نمک لگا کر رکھتے ہیں تو نمک عرق کو چوس کر آب شور بن جاتا ہے اس لئے گوشت بھی سکڑ جاتا ہے۔

ولوجی دباؤ | اوپر کے ایک تجربے میں کاپر فیرو سائنائیڈ کی جس جھلی کا ذکر کیا گیا ہے وہ اتنی کمزور ہوتی ہے کہ صرف تھوڑے سے دباؤ کے فرق کو برداشت کر سکتی ہے۔ لیکن اگر یہ جھلی کسی مسامدار برتن کی دیواروں میں پیدا کی جائے تو اس کی طاقت بہت بڑھ جاتی ہے۔ ایسے ظرف میں جب کوئی محلول رکھا جاتا ہے اور ظرف کو محلل میں ڈبویا جاتا ہے تو جھلی میں سے مائع کے از خود بہاؤ کو مناسب دباؤ استعمال کر کے بالکلیہ روکا جا سکتا ہے۔ اگر دباؤ ایک خاص قیمت سے بڑھا دیا جائے تو بہاؤ کی سمت بدل جاتی ہے۔ پس

کسی محلول کے ولوجی دباؤ سے مراد وہ دباؤ ہے جو محلل اور محلول کے درمیان نیم نفوذی جھلی میں سے مائع کے از خود بہاؤ کو روکنے کے لئے درکار ہو۔

قلماسے اور لسونت | شکر، انگوری شکر وغیرہ کی قسم کی چیزیں حیوانی جھلیوں میں سے بآسانی گزر جاتی ہیں۔ ایسی شئے کو قلماسا کہتے ہیں۔

گوند، نشاستہ، البومن کی طرح کی چیزیں ان جھلیوں میں سے نہیں گزر پاتیں۔ ایسی شئے

کو لسونت کہتے ہیں۔

قلماسے جب محلول میں ہوتے ہیں تو سالمی حالت میں ہوتے ہیں یعنی وہ سالموں میں تقسیم ہو جاتے ہیں لیکن لسونت اس طرح تقسیم نہیں ہوتے۔

ہر لسونتی ذرے میں سالموں کی ایک بڑی تعداد ہوتی ہے۔ لسونتی ذروں کی جسامت ایک لسونت سے دوسرے لسونت میں مختلف ہوتی ہے۔ یہ ذرے درحقیقت معلق ہوتے ہیں۔ اس کے برخلاف قلماسے محلول میں ہوتے ہیں۔ اسی بنا پر دودھ لسونت ہے۔ لعل کا رنگ اُن سونے کے ذروں کی وجہ سے ہوتا ہے جو لسونتی حالت میں ہوتے ہیں۔ جب قلماسے حل کیے جاتے ہیں تو محلل کے خواص میں وہ نمایاں تبدیلی پیدا کر دیتے ہیں۔ اگر وہ پانی میں حل کیے جائیں تو پانی کا بخاری دباؤ کم ہو جاتا ہے۔ اس کا نقطہ انجماد گھٹ جاتا ہے۔ اور نقطہ جوش بڑھ جاتا ہے۔ جب لسونت پانی میں ملائے جاتے ہیں تو کوئی اثر نہیں پیدا کرتے۔

اتصال اور التصاق دوسرے باب میں ہم ان دونوں خاصیتوں کو تفصیل سے بیان کر چکے ہیں۔ یہاں ہم سالمی نقطہ نظر سے ان کی توجیہ کرنا چاہتے ہیں۔

مائعوں میں سالمے ایک دوسرے کے لحاظ سے آزادانہ حرکت کر سکتے ہیں لیکن ان کو سالمی قوتیں اپنی گرفت میں رکھتی ہیں۔ جتنا مائع گاڑھا ہوگا اُتنا ہی یہ قوتیں زیادہ ہوں گی، مثلاً گاڑھے شربت۔ اور الکوہل اور پانی جیسے حرکت پذیر مائعوں میں یہ قوتیں بہت کم ہوتی ہیں۔ ان ہی سالمی قوتوں کو ہم اتصال کے نام سے موسوم کرتے ہیں۔ بالفاظ دیگر ایک ہی قسم کے سالموں کا ایک دوسرے کو جذب کرنا اتصال ہے۔

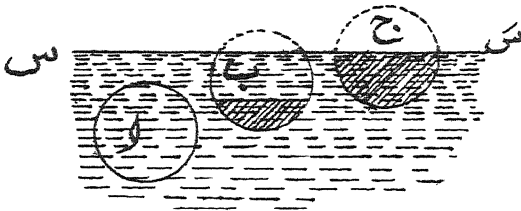
لیکن مائع کے سالمے ٹھوس کے سالموں کو بھی جذب کرتے ہیں۔ چنانچہ پانی کے سالمے شیشے کی سطح سے چمٹ جاتے ہیں اور اس پر ایک تہ بنا دیتے ہیں۔

اسی بنا پر جب مختلف قسم کے سالمے ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں تو اس جذب کو ہم التصاق کہتے ہیں۔ لیکن نوعیت کے اعتبار سے اتصال اور التصاق میں کوئی فرق نہیں ہے۔

سطحی تنش فرض کرو کہ تیل کا ایک چھوٹا سا ذرہ ایسے مائع میں تیر رہا ہے جس کی کثافت اضافی وہی ہے جو تیل کی ہے۔ تیل کا ذرہ جو شکل اختیار کرے گا وہ ایسی ہوگی کہ گویا ذرہ کسی لچکدار جھلی یا غلاف میں بند ہے۔ اس قسم کے غلاف کی موجودگی سے شیشے کی سلاخ کے

سرے پر قطروں کے بننے یا صابن کی جھلیوں کی بھی توجیہ ہو سکتی ہے۔

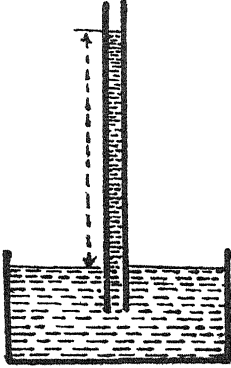
ان امور کی توجیہ سالمی نظریہ سے یوں ہوتی ہے کہ مائع کے سالموں میں اتصال کی قوت ہوتی ہے۔ لیکن یہ قوت صرف اسی وقت قابل لحاظ ہوتی ہے جبکہ سالمے ایک دوسرے سے بہت ہی قریب ہوں۔ اس فصل کو سالمی جذب کی سعت کہتے ہیں اگر ذرہ کو مرکز مان کر اس سعت کے نصف قطر سے ہم ایک کرہ کھینچیں تو جو سالمے اس کرہ سے باہر ہوں اُن کا کوئی اثر مرکز کے سالموں پر نہ ہوگا۔

فرض کرو کہ حسب شکل ۲۱۶ ایک سالمہ اُ پورے طور پر مائع کے اندر ہے۔ چونکہ پورا کرہ مائع کے اندر ہے اس لئے اس کرہ کو اس بکس کے سالمے چاروں طرف مساوی طور سے کشش کریں گے۔ لیکن اگر سالمہ ب مائع کی سطح کے قریب ہو، اور اس طرح واقع ہو کہ سطح کا خط کرہ کو قطع کرنے لگے تو پھر کشش

شکل ۲۱۶

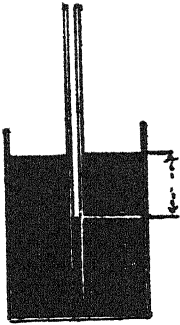
سب طرف سے برابر نہ ہوگی۔ مائع میں کرہ کا جو حصہ بے سایہ دکھلایا گیا ہے، اس میں سالموں کی وجہ سے جذب چونکہ سالمہ ب کے گرد متشاکل ہے اس لئے ان کا حاصل صفر ہوگا۔ سایہ دار حصے میں سالمی جذبوں کا حاصل صفر نہ ہوگا بلکہ ان کے حاصل کی سمت سطح کے علی القوائم مائع کے اندرون کی طرف ہوگی۔ اگر کوئی سالمہ سطح ہی پر پہنچ جائے جیسا کہ ج پر ہے تو اس حاصل کی قیمت اعظم ہوتی ہے۔ سطح کے نزدیک سالموں پر ان غیر متوازن سالمی قوتوں کا اثر یہ ہوتا ہے کہ مائع کے اندرون پر ایک دباؤ عمل کرنے لگتا ہے۔ یہ عمل ایسا ہی ہوتا ہے کہ گویا کہ مائع کی سطح ایک لچکدار جھلی ہے۔ بہ نظر سہولت ہم اس تصور کو قائم رکھتے ہیں۔ اور یہ کہتے ہیں کہ مائع کے اندر یہ دباؤ مائع کی سطحی تنش کا نتیجہ ہے۔

یہ دباؤ جاذبہ کے تحت نہیں ہوتا بلکہ سالمی قوتوں کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ اس کو ہم براہ راست تجربے سے ظاہر نہیں کر سکتے۔ لیکن بہت سے مظاہر ایسے ہیں کہ ان کی توجیہ اسی مفروضہ سے ہوتی ہے کہ مائع کی سطح تنش کی حالت میں ہے۔ ہم ذیل میں اس قسم کے

چند مظاہر بیان کرتے ہیں :۔

سطحی تنش کے مظاہر | (۱) شعریت :۔ اگر شیشے کی ایک نلی جس میں بہت ہی چھوٹا سوراخ ہو اچھی طرح سے صاف کر کے پانی میں ڈبو ئی جائے تو پانی شیشے کی دیواروں کو تر کر دیتا ہے اور اوپر اُٹھ جاتا ہے (شکل ۲۱۷)

شکل ۲۱۷

اگر ایسا مائع لیا جائے جو شیشے کو تر نہ کرے جیسے کہ پارا تو پھر مائع نلی میں بیٹھ جاتا ہے (شکل ۲۱۸)

عام طور پر یہی ہوتا ہے کہ اگر مائع نلی کو تر کرتے ہیں تو اس میں چڑھ جاتے ہیں ورنہ اُتر جاتے ہیں۔ نلی کا سوراخ جتنا زیادہ باریک ہوگا اُتنا ہی زیادہ مائع نلی میں چڑھے یا اُترے گا۔ چھوٹے سوراخوں کی نلیوں میں مائعوں کے اس اُتار چڑھاؤ کو شعریت کہتے ہیں۔ خود ایسی نلیاں شعری نلیاں کہلاتی ہیں۔ شعریت کا سبب وہی سالمی قوتیں ہیں جو سطحی تنش پیدا کرتی ہیں۔ مائع کے سالموں میں اتصال ہے اور مائع اور شیشے کے سالموں میں التصاق۔ اگر اتصالی قوتیں التصاقی قوتوں سے فزوں تر ہوں تو مائع نلی میں اُتر جائے گا۔ پارا اس کی مثال ہے۔ لیکن اگر التصاقی قوتیں زیادہ ہوں تو پھر مائع شیشے کو تر کر دے گا اور نلی میں چڑھ جائے گا۔ پانی یا الکوہل ایسے مائع کی مثالیں ہیں۔

شکل ۲۱۸

(۲) اگر کسی سوئی میں چکنائی لگا دی جائے اور پھر آہستہ سے اس کو پانی کی سطح پر ڈالا جائے تو وہ پانی پر تیرنے لگے گی اگرچہ اس کی کثافت اضافی پانی سے زیادہ ہے۔ اسی طرح بعض کیڑے پانی کی سطح پر چل سکتے ہیں۔ پانی کی سطح گویا ایک لچکدار جھلی ہے جس کو توڑنے کے لئے ایک قوت درکار ہوتی ہے جس کی قیمت مختلف مائعوں کے لئے مختلف ہوتی ہے۔

(۳) کشید کردہ پانی کا ایک قطرہ جب شیشے کی کسی صاف سطح پر ڈالا جاتا ہے تو شیشے پر اس کا

ایک پتلی تہہ بن جاتی ہے۔ کیونکہ شیشے سے ملتصق پانی کو سطحی تنش تاحدامکان پھیلا دیتی ہے۔ اگر پانی کی ایسی فلم کے قریب کوئی گرم جسم لایا جائے تو تپش کی بیشی کی وجہ سے سطحی تنش کم ہو جاتی ہے اور پھر پانی کی فلم کھچکر شیشے کو خشک چھوڑ دیتی ہے۔

پانی کے مقابلے میں تیل کی سطحی تنش کم ہوتی ہے اس لئے تیل کا ایک قطرہ پانی کی سطح پر رکھا جائے تو وہ ایک پتلی فلم بن کر پھیل جاتا ہے۔

(۴) لمپ کی بتی میں تیل بھی شعری عمل کی وجہ سے چڑھتا ہے۔ شکر میں پانی بھی اس عمل کی وجہ سے پھیل جاتا ہے اور جاذب میں روشنائی کے پھیلنے کا بھی یہی سبب ہے۔ اگر ایک تولیہ کا ایک سرا پانی کی کسی بالٹی میں ڈبویا جائے اور بقیہ حصہ بالٹی کے اوپر رہے تو تھوڑی سی دیر میں تولیہ پوری بھیگ جاتی ہے اور بالٹی کے سارے پانی کو کھینچ لیتی ہے۔ لیکن اگر تولیہ میں ایسا مسالہ لگا ہو جو پانی کو اس کے ریشوں سے ملتصق نہ ہونے دے تو تولیہ بھیگتی نہیں اور کوئی عمل واقع نہیں ہوتا۔ اس صورت میں ایک سطحی فلم کپڑے کے اوپر پھیل جاتی ہے لیکن اس میں داخل نہیں ہوتی۔ اس طرح کپڑے کو "آب گریز" بنایا جاسکتا ہے۔

کپڑے کو آب گریز بنانے کے طریقہ کو واضح کرنے کے لئے ذیل کا تجربہ مفید ہے۔

تانبے کے باریک تاروں کی ایک چھلنی لو اور اس کو پگھلے پیرافین میں ڈبو دو۔ اس طریقہ سے ہر تار پر پیرافین چڑھ جائے گا اور پانی اس سے ملتصق نہ ہوگا۔ اب ایک کاغذ چھلنی کے نیچے رکھو اور چھلنی کو پانی سے بھر دو۔ کاغذ کو احتیاط کے ساتھ علیحدہ کرنے پر چھلنی میں سے پانی نہ گزر سکے گا۔ کیونکہ پانی کی سطحی فلم اس کو روک دے گی۔

(۵) کافور کے چند ٹکڑے پانی کی صاف سطح پر ڈالو۔ کافور کے ذرے بڑی تیزی سے ادھر ادھر دوڑنے لگتے ہیں۔ کافور آہستہ آہستہ حل ہوتا جاتا ہے اور یہ کیفیت اس وجہ سے پیدا ہوتی ہے کہ کافوری محلول کی سطحی تنش پانی کی سطحی تنش سے کم ہوتی ہے۔

اگر کافور کو استرے کے پھل میں لگایا جائے اور پھل کو پھر تیرایا جائے تو یہ کیفیت زیادہ نمایاں ہوتی ہے۔ پھل برابر آگے کی طرف بڑھتا ہے کیونکہ پیچھے جو پانی ہے اس کی سطحی تنش کافور کے حل ہونے سے کم ہوگئی اس لئے آگے والی قوت پیچھے والی قوت سے زیادہ رہتی ہے۔ آج کل کے جہازوں، بطخوں وغیرہ کے جو کھلونے آتے ہیں اُن کی حرکت بھی اسی طرح ہوتی ہے۔

لزوجیت | فرض کرو کہ پانی یا کوئی اور مائع کسی سیدھے نل میں سے گزر رہا ہے تو پانی

کی ایک تہہ ہر چار جانب نل کی دیواروں سے ملتصق رہتی ہے اس لئے وہ ساکن رہتی ہے۔ پانی کی باقی تہیں ایک دوسرے پر لغزش کرتی ہیں۔ ایک تہہ کا دوسری تہہ کے لحاظ سے سرکنا مزاحمت پیدا کرتا ہے جس کو اندرونی فرک کہتے ہیں۔ شربت، شیرہ، جیسے سیالوں میں یہ اندرونی فرک بہت بڑی ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے سردیوں میں ایسے سیالوں کا انڈیلنا آسان نہیں۔ گیسوں میں بھی یہ اندرونی فرک ہوتی ہے اگرچہ مائعات کی فرک سے کم ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ہوا میں کوئی جسم حرکت کرتا ہے تو ایسا معلوم ہوتا ہے کہ کسی مائع میں حرکت کر رہا ہے اور اس کو ایک ابطائی قوت سے سابقہ پڑتا ہے۔ اس اندرونی فرک کو لزوجت کہتے ہیں۔ ایسے سیال لزج کہلاتے ہیں۔

پانی کا ایک قطرہ جب ہوا میں گرتا ہے تو شروع میں قوت جاذبہ ہوا کی لزوجت کی وجہ سے ابطائی قوت پر غالب رہتی ہے۔ لیکن جب قطرے کی رفتار بڑھنے لگتی ہے تو لزوجت کی وجہ سے ابطائی قوت بھی بڑھنے لگتی ہے یہاں تک کہ وہ قوت جاذبہ کے برابر ہو جاتی ہے۔ جب یہ دونوں قوتیں برابر ہو جاتی ہیں تو قطرہ مستقل رفتار سے گرنے لگتا ہے۔

ٹھوسوں میں بھی اندرونی فرک پائی جاتی ہے۔ چنانچہ سر پیدا کرنے کا دوشاخہ جب مرتعش ہوتا ہے تو وقت کے گزرنے کے ساتھ اس کا حیطۂ ارتعاش کم ہونے لگتا ہے دوشاخہ کی ایک شاخ میں سالموں کی کسی تہہ کو دوسری تہہ کے لحاظ سے سرکانے میں توانائی صرف ہوتی ہے۔ اس سرک کے لئے ایک قوت کی ضرورت ہے۔ اس قوت کا انحصار دھات کی نوعیت اور اس کی تپش پر ہوتا ہے۔ جب کبھی کسی ٹھوس میں ایسا بگاڑ ہوتا ہے کہ سالموں کی ایک تہہ دوسری تہہ کے لحاظ سے سرکتی ہے تو اندرونی فرک کی قوتوں پر غالب آنا پڑتا ہے۔ چنانچہ مشینوں کو چلانے کے لئے جب پٹے استعمال کئے جاتے ہیں تو اندرونی فرک نمودار ہوتی ہے اور اس پر غالب آنے کے لئے کام کی ضرورت ہوتی ہے۔

ہوائی جہاز جب ہوا میں چلتے ہیں تو ان کو ہوا کی فرکی قوتوں سے سابقہ پڑتا ہے اس لئے ان قوتوں کو کم سے کم کرنے کے لئے جہاز میں سیلی خطوط بنانا پڑتے

ہیں۔ (شکل ۲۱۹) ہوائی جہاز کے متحرک حصہ کی شکل اس طرح کی رکھی جاتی ہے کہ وہ ہوا میں بھنور کم سے کم پیدا کرتی ہے۔ ان بھنوروں کو پیدا کرنے کے لئے توانائی کی ایک مقدار کی ضرورت ہوتی ہے جو اس

شکل ۲۱۹

توانائی سے کسی قدر زیادہ ہوتی ہے جو جہاز کو چلانے کے لئے درکار ہوتی ہے۔ ان بھنوروں کو کم سے کم کر دینے سے کسی معین رفتار پر ہوائی جہاز کو چلانے کے لئے جس طاقت کی ضرورت ہوتی ہے وہ کم ہو جاتی ہے۔

براؤنی حرکت سالمی نظریہ میں ہم نے یہ تسلیم کر لیا ہے کہ سالمے ہر وقت حرکت کرتے رہتے ہیں۔ لیکن ہماری طاقتور سے طاقتور خوردبین بھی اس حرکت کو دکھلانے سے قاصر ہے۔ بایںہمہ اگر کسی مائع میں شیرہ ریوند (گیمبوج) کے چند ذرے معلق رکھے جائیں اور پھر ان کو ایک خوردبین سے دیکھا جائے تو یہ ذرے ہمیشہ متحرک نظر آئیں گے۔ کسی معین سمتوں میں نہیں بلکہ ہر ممکنہ سمت میں۔ کسی ایک ذرہ کو لیا جائے تو اس کی حرکت بہت بے ضابطہ نظر آئے گی۔ اس مظہر کی سب سے زیادہ دلچسپ بات یہی ہے کہ یہ حرکت کبھی ختم نہیں ہوتی۔

اس حرکت کا مشاہدہ پچھلی صدی کے اوائل میں براؤن نامی ایک انگریز نباتیانی نے کیا تھا۔ اسی وجہ سے یہ مظہر "براؤنی حرکت" کہلاتا ہے۔ گار کے پتھر کی بعض قسموں کے جوفوں کے اندر مفید مائعوں میں بھی اس حرکت کا مشاہدہ کیا گیا ہے۔ یہ جوف اور ان کے مائعوں کی یہ حرکتیں ہزاروں برس سے چلی آ رہی ہیں۔ اس سے یہ نتیجہ نکالا گیا ہے کہ معلق ذرّوں کی یہ دائمی حرکت خارجی اسباب کی وجہ سے نہیں ہو سکتی۔ بلکہ اس کا سبب مائع کے سالموں ہی کی حرکت ہونی چاہئے۔

وجع المفاصل (گٹھیا)، عرق النساء وغیرہ کے امراض میں جو درد پیدا ہوتا ہے اس کو کم کرنے کے لئے جگہ پر ایک خاص قسم کا روغن آیوڈین استعمال کیا جاتا ہے۔ اس روغن میں بھی براؤنی حرکت کا مشاہدہ کیا جا سکتا ہے۔ آیوڈین کے چھوٹے چھوٹے ذرّے براؤنی حرکت کرتے رہتے ہیں اس لئے وہ جلد میں سے بآسانی گزر جاتے ہیں۔

جوابات

مشقی سوالات ۱ ص ۶۲

(۴) ۹۷۶۹۱ فٹ فی ثانیہ (۵) ۵۹۵ء۵ میل فی منٹ (۶) ۲/۱۲ بجانب جنوب مغرب (۷) ۱۰/۲۴ سمر فی ثانیہ (۸) ۵۰/۷ سمر فی ثانیہ (۹) ۲ء۳ سمر فی ثانیہ (۱۰) ۵ میل فی گھنٹہ، ۳/۴ میل (۱۱) °۶۰ (۱۲) ۱۷ میل (۱۳) ۴ء۶۸ میٹر فی ثانیہ (۱۴) اپنی سمت کے علی القوائم (۱۵) ۳/۴ گھنٹہ، ۱۵ء۹ میل۔

مشقی سوالات ۲ ص ۷۰

(۸) ۲۲/۴ء۵ فی ثانیہ فی ثانیہ، ۲۰ء۷۹ فٹ (۹) ۹۰ سمر فی ثانیہ، ۶۰ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ (۱۰) ۵۰ ثانیہ، ۲۵ میٹر (۱۱) ۱۰ ثانیہ یا ۳۰ ثانیہ (۱۲) $\overline{۴۴+۶۱۲۲}$/۲ فٹ بزاویہ مس ۱−۴۲/۳ مشرق سے شمال (۱۳) ۳۲ فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ (۱۴) ۵ ثانیہ، ۱۶۰ فٹ فی ثانیہ (۱۶) ۴ء۸۴ فٹ (۱۷) ۱۵۰: ۱ فٹ (۱۸) ۱/۲ ۳ ثانیہ، ۴ء۸۴ فٹ (۱۹) ۹۶ فٹ فی ثانیہ، صفر (۲۰) پہلے جسم کے آغاز حرکت سے مدت ۱/ج (د + ۱/۲ ج و) کے ختم پر، اور بلندی ۱/۲ج [د۲ − ۱/۴ ج و۲]۔

مشقی سوالات ۳ ص ۸۲

(۶) ۳۰۰ سمر فی ثانیہ فی ثانیہ (۷) ۶۰ پونڈل یا ۱ ۷/۸ پونڈ (۸) ۴۸۰ فٹ (۹) ۲۰۰۰، ۲۰ ڈائن یا ۲۰ء۴ گرام (۱۰) ۲۰۰ ڈائن (۱۱) ۱۱۵۶۴۲ پونڈل (۱۲) ۹۷۸ء۵ ڈائن (۱۳) ۱۳۸۲۶ ڈائن (۱۴) ۷۵۰ء۱ پونڈ (۱۵) ۱۰۰ء۶۲۵ فٹ فی ثانیہ (۱۶) ۲۳۱ء۵ (۱۷) ۲۵۷ء۲ (۱۸) دھکا = ۳۰ ۱/۵ (کمیت گیند)، اوسط قوت = ۱۵۰۰ ۱/۵ (کمیت گیند) (۱۹) ۱۹/۲۷ ۳۶۳ سمر فی ثانیہ، ۲۳/۲۷ ۱۸۱ سمر، ۲/۹ ۲۱۸۲۲ سمر (۲۰) ۴۹ء۰۵ کلوگرام (۲۱) ۱۱/۱۴ پونڈ وزن، ۳/۴ ۲۳۶ پونڈ وزن (۲۲) ۵ء۰۶۲۵ × ۱۰۹ ڈائن (۲۳) ۲ دقیقہ ۵۶ ثانیہ (۲۴) ۱/۲ ٹن۔

مشقی سوالات ۴ ص ۱۰۳

(۷) ۳/۴ پونڈ (۸) ۹ء۶۵۹ پونڈ (۹) ۹۰ پونڈل (۱۰) ۲۸ء۶ (۱۱) °۴ ۴۷′ (۱۲) ۲۰ ۱۱/۳′ ۴۰ ۱۱/۹″ (۱۳) ۱۸ ثانیہ ضائع کرے گا۔ (۱۴) ۳ء۰۴، انچہ (۱۵) ۴ء۰ فیصد (۱۶) ۰۰۰۴۷ء۱ : ۱ (۱۷) ۰۰ء۸، انچ کی کمی (۱۸) ۳۲ء۴ (۱۹) ۹۸۱ (۲۰) ۱۶۳۰ گز (۲۱) ۸ء۱۰ ثانیہ، ۰۱ء، انچ۔

مشقی سوالات ۵ ص ۱۱۴

(۶) ۱۵۰۰۰، ارگ (۷) ۲٫۳۹ جول (۸) ۱۸ فٹ پونڈ (۹) ۸۳۸۰۰ فٹ پونڈ (۱۰) ۳٫۴۴ فٹ (۱۱) ۴۹۰۹ (۱۲) ۰٫۰۰۹۰ (۱۳) ۴ × $۱۰^{۹}$ ڈائن، ۴٫۳۱۷۳ میٹر فی ثانیہ (۱۴) ۱۶۶٫۶۷ (۱۵) ۳۵٫۳۱ میل فی گھنٹہ (۱۶) ۴۶۸۷۵۰ پونڈ (۱۷) ۱۰۵۶ مکعب فٹ (۱۸) ۱٫۲۲۷ × $۱۰^{۹}$ ارگ (۱۹)

(۲۰) $\frac{۲}{۲۵}$، $\frac{۱۶}{۵}$

مشقی سوالات ۶ ص ۱۳۴

(۹) ۹٫۹۳ پونڈ (۱۰) ۱۴٫۱۹ پونڈ، خط سے ۱۳۱° ۴ پر (۱۱) ۹٫۰۱ پونڈ، ۳۴° ۴ (۱۲) ۱۵۰ پونڈ، ۲۶۰ پونڈ (۱۳) ۱۸ پونڈ (۱۴) ۲ پونڈ بڑی قوت کی سمت میں (۱۵) ۱۰ پونڈ (۱۶) ۴٫۱۰۴ پونڈ (۱۷) ۱۵ پونڈ وزن (۱۸) ق$\sqrt{۲}$

(۲۲) ۲۷٫۶۶، اونس۔

مشقی سوالات ۷ ص ۱۴۳

(۵) نقطۂ توازن سے ۵٫۵ فٹ پر (۶) ۷٫۸۶ گرام (۷) ۵ پونڈ (۸) ۱۶ پونڈ (۹) ۲$\sqrt{۲}$ × ق بزاویہ ۴۵° بقوت ۴ ق (۱۰) دونوں ضلعوں کے وسطی نقطوں کو ملانے والے خط پر ۵$\frac{۵}{۸}$″ کے فاصلہ پر ۵ پونڈ والے ضلع سے (۱۱) ۲۱۰ پونڈ۔ ا سے $\frac{۳}{۴}$ اب پر (۱۲) ۴٫۲۶۰ سمر پر (۱۳) ۶ پونڈ

مشقی سوالات ۸ ص ۱۵۸

(۴) اب پر ایک نقطہ د کہ اد = ۲ دب، ۳ دج = ۴ جس (۵) مرکز سے $\frac{۱}{۹}$ ل (۶) مرکز سے $\frac{ل\sqrt{۲}}{۶}$ (۷) بڑے استوانے کے مرکز سے ۶٫۰۱ سمر (۸) مرکز سے ۲$\frac{۲}{۳}$ سمر انتصاباً اوپر (۹) مرکز سے انتصاباً ۴ سمر نیچے (۱۰) [ل (۱ + $\sqrt{۳}$)] (۱۱) بازو کے ضلع کے وسطی نقطہ سے $\frac{۳ل^{۲} - ع^{۲}}{۳(۲ل + ع)}$ ع = ل$\sqrt{۳}$ (۱۲) مرکز سے $\frac{۳}{۱۲}$ ل مقطوعہ حصے سے مخالف جانب (۱۳) مرکز سے $\frac{ع(۳ل - ۲ع)}{۶(۲ل - ع)}$ (۱۴) علیحدہ کردہ زاویے کو کل کے مرکز جاذبہ سے ملانے والے خط پر اور زاویہ مذکور سے اس طول کے $\frac{۱}{۶}$ فاصلہ پر۔

مشقی سوالات ۹ ص ۱۶۴

(۲) ۵٫۶۲۵ (۳) ۶۵ پونڈل (۴) $\frac{۱}{\sqrt{۳}}$، $\frac{۵۰}{\sqrt{۳}}$ پونڈ (۵) ۲$\frac{۱}{۴}$ ہنڈرویٹ (۶) ۷٫۲۶ (۷) ۸۲٫۳ فٹ (۸) ۳۰ پونڈ وزن (۹) ۱٫۵ (۱۰) ۲۴۸۰ پونڈ، ۶۴۸۰ پونڈ وزن

مشقی سوالات ۱۰ ص ۱۸۷

(۴) ۱۶ پونڈ (۵) ۹$\frac{۳}{۴}$ پونڈ (۶) ۵$\frac{۱}{۴}$ پونڈ (۷) ۷، ۱۴ پونڈ (۸) $\frac{۱۳}{۱۲۶}$ پونڈ (۹) ۵ پونڈ، ۴$\frac{۱}{۱۴}$ پونڈ (۱۰) $\sqrt{۳}$ و (۱۱) ۱۲ فٹ (۱۲) ۹۴۲٫۸۰ گرام

دیگر تالیفات مولوی محمد نصیر احمد صاحب عثمانی

(۱) کتاب الطبیعیات۔ برائے انٹرمیڈیٹ، مکمل چار جلدوں میں منظورہ جامعہ عثمانیہ

جلد اول۔ کتاب الخواص والحرکت۔ ۲۰۵ صفحے ۲۱۹ شکلیں — عہ/

جلد دوم کتاب الحرارت والصوت — (زیر طبع)

جلد سوم۔ کتاب النور، ۲۳۷ صفحے ۲۰۸ شکلیں — سے/

جلد چہارم۔ کتاب المقناطیس والبرق، ۱۵۵ صفحے ۱۲۱ شکلیں — للعہ/

(۲) حرکت۔ برائے بی۔ اے۔ شائع کردہ دارالترجمہ جامعہ عثمانیہ

(۳) افکار عصریہ۔ ترجمہ از انگریزی۔ اس کتاب میں مادہ، برق، روشنی، مقناطیس، اثیر وغیرہ کی ماہیت نہایت آسان پیرایہ اور سلیس زبان میں بیان کی گئی ہے۔ دارالمصنفین اعظم گڑھ نے شائع کی۔ اخبارات نے اچھے ریویو لکھے ہیں۔ — عا/

(۴) حلقۂ مسموم۔ سر آرتھر کانن ڈائل مشہور انگریزی افسانہ نویس کے ایک لاجواب علمی قصہ کا ترجمہ قابل دید بار دوم۔ منظورہ تعلیمات سرکار عالی حیدرآباد دکن وسی پی۔ — ۱۲/

(۵) وادیٔ خوف۔ سر آرتھر کے ایک دوسرے قصہ کا ترجمہ اس میں شرلاک ہومز کے کارنامے ہیں۔ قابل دید بار دوم منظورہ تعلیمات سرکار عالی حیدرآباد دکن وسی پی۔ — عہ۴/

(۶) خاندانی آسیب۔ سر آرتھر کے ایک تیسرے قصہ کا ترجمہ، اس میں بھی شرلاک ہومز کے کارنامے ہیں۔ بار اول۔ قابل دید ہے۔ — عہ۴/

(۷) دی ہر البم آف رورل اپلفٹ (انگریزی) از محمد بشیر احمد عثمانی آئی سی ایس دیہاتی ترقی سے دلچسپی رکھنے والوں کے لئے بے نظیر کتاب ہے۔ — عہ/

(۸) پرچہ ہائے سائنس۔ امتحان میٹرک، جامعہ عثمانیہ از ۱۳۳۴ف / ۱۹۲۵ء تا ۱۳۴۴ف / ۱۹۳۵ء — ۱۲/

ملنے کا پتہ: میسرز او۔ ڈی۔ برادرس ۱۹۴/۱۲ گلی عبدالقیوم، معظم جاہی مارکٹ حیدرآباد دکن